



FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA MECÁNICA
ELÉCTRICA

“Diseño de un Sistema de Gestión de Mantenimiento basado en el Análisis
Modo Efecto Falla para mejorar la Disponibilidad de Equipos
Electromecánicos de la Empresa Construredes S.A.C.”

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**

AUTOR:

Cáceres Quispe Andrés Rimberti

ASESOR:

Ig. Elmer Alfredo Bolaños Grau

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Sistemas y Planes de Mantenimiento

TRUJILLO – PERÚ

Año 2018

PÁGINA DEL JURADO

“DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO BASADO EN EL
ANÁLISIS MODO EFECTO FALLA PARA MEJORAR LA DISPONIBILIDAD DE
EQUIPOS ELECTROMECÁNICOS DE LA EMPRESA CONSTRUEDES S.A.C.”

Cáceres Quispe Andrés Rimberti
Autor

Presentada a la Escuela de Ingeniería mecánica Eléctrica de la Universidad Cesar Vallejo de
Trujillo para su aprobación

Ing. Elmer Alfredo Bolaños Grau

Dr. Jorge Eduardo Lujan López

Dr. Jorge Antonio Inciso Vásquez

DEDICATORIA

A Dios, que está siempre en mí, por darme la fuerza para no rendirme y guiarme por mejor sendero de la vida y así llegar a mi anhelado objetivo y ser mejor en la vida.

A mis padres, Mariano Salome Cáceres Cuentas y Manuela Quispe Mamani quienes me dieron todo su apoyo incondicional en lo que vengo logrando

A mis hermanos Marco Cáceres, Jakeline Cáceres, porque siempre han estado motivándome para no rendirme y seguir adelante.

A la mejor de todas, mi amor Margot Huamanñahui Pedraza, que siempre está atenta y alentándome para llegar a la meta final, es mi felicidad y lo mejor para mí.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Cesar Vallejo porque he vivido este proceso que me ha permitido crecer en todos los ámbitos, porque ahora tengo más herramientas para ser un profesional competente.

Agradezco a mi asesor de tesis Ig, Elmer Alfredo Bolaños Grau por brindarme sus conocimientos, experiencia e impulso para terminar la presente tesis.

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo, Andrés Rimberty Cáceres Quispe con DNI N°42331544, afecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de ingeniería Mecánica Eléctrica, declaro bajo juramento que todos los testimonios e indagación que se muestra en la vigente tesis son auténticos y veraces.

En este sentido, asumo la carga de asegurar que corresponda cualquier mala conducta, ocultamiento o mal uso de información y documentación como aporte, por lo que dí estándares académicos a la Universidad Cesar Vallejo.

Trujillo, Julio del 2018

Andrés Rimberty Cáceres Quispe

PRESENTACIÓN

Señores miembros del jurado:

En cumplimiento con el reglamento de grados y títulos de la universidad cesar vallejo ante ustedes la tesis titulada “DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO BASADO EN EL ANÁLISIS MODO EFECTO FALLA PARA MEJORAR LA DISPONIBILIDAD DE EQUIPOS ELECTROMECAÑICOS DE LA EMPRESA CONSTRUREDES S.A.C.” como introducción descubriremos la situación incierta , la realidad problemática, las labores anteriores, proposiciones parecidas al texto y como objetivos específicos es establecer la disponibilidad actual en la empresa, el grado y estado crítico en los equipos y la propuesta de del diseño del diseño de gestión de mantenimiento. En el titulo dos con métodos de técnicas e instrumentos. En el titulo tres como resultados, las compactadoras y las cortadoras son equipos críticos y con baja disponibilidad de 59.85% y 64.79%. Se propone la misión de sostenimiento en base a la técnica de Análisis de Modo Efecto Falla para llegar a una disponibilidad aproximada de 80% y 82%. La propia que presento a vuestra atención y espero que cumplan con las exigencias de conformidad para obtener el Título Profesional de Ingeniero Mecánico Electricista.

Andrés Rimberty Cáceres Quispe

INDICE GENERAL

.....	i
PÁGINA DEL JURADO	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD	v
PRESENTACIÓN	vi
INDICE GENERAL.....	vii
INDICE DE TABLAS	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	x
RESUMEN	xi
ABSTRACT	xii
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Realidad problemática.	1
1.2 Trabajos previos.....	3
1.3 Teorías relacionadas al tema.....	4
1.4 Formulación del Problema	16
1.5 Justificación del Problema.....	16
1.6 Hipótesis.....	17
1.7 Objetivos	17
II. MÉTODO	20
2.1 Diseño de investigación	20
2.2. Variables, operacionalización.	22
2.3. Población Y muestra.	24
2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.....	24
2.5 Métodos de análisis de datos.	25
2.6 Aspectos Éticos	27
III. RESULTADOS	29
3.1 Situación de la gestión de mantenimiento y la disponibilidad actual.....	29
3.1.1Gestion de mantenimiento	29
3.2 Análisis del grado de criticidad de los equipos.....	38
3.2.1 Criterios para determinar la criticidad	38
3.2.2 Fallas de sistemas en los equipos de mayor criticidad.....	41
3.2.3 Sistemas, funciones y modos de falla de equipos críticos.....	41
3.2.4 Análisis del modo y efecto de falla.....	45
3.2.5 Resultados de AMEF.....	50

3.3 Diseño de gestión de mantenimiento.....	51
3.3.1 Inventario general de los equipos:.....	51
3.4.2 Aplicación de los principios básicos:	51
3.3.3 Trazabilidad y formatos de control:	51
3.3.4 Elaboración de tabla de mantenimiento e intervenciones:	57
3.3.5 Especificaciones técnicas.....	62
3.3.6 Repuestos e insumos.....	65
3.3.7 Herramientas y equipos	66
3.3.8 Requerimiento para oficina de mantenimiento	67
3.4 Propuesta de indicadores.....	67
3.4.1 Gestión de mantenimiento.....	67
3.4.2 Disponibilidad:	83
IV. DISCUSIÓN	90
V. CONCLUSIÓN.....	93
VI. RECOMENDACIONES	95
VII. REFERENCIAS.....	97
Anexos	99

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Matriz de criticidad.....	7
Tabla 2: Operación de variable independiente.....	22
Tabla 3: Operación de variable dependiente.....	23
Tabla 4: Flota de equipos.....	24
Tabla 5: Técnicas, instrumentos.....	24
Tabla 6: Ponderación del cumplimiento del mantenimiento programado (pre test).....	29
Tabla 7: Ponderación del cumplimiento de las órdenes de trabajo (pre-test).....	30
Tabla 8: Ponderación del cumplimiento de aplicación amef (pre-test).....	31
Tabla 9: Registro de equipos.....	32
Tabla 10: Intervenciones en las compactadoras.....	34
Tabla 11: Intervenciones en las cortadoras.....	35
Tabla 12: Intervenciones en los generadores.....	35
Tabla 13: Intervenciones en las motobombas.....	35
Tabla 14: Intervenciones en la compresora.....	35
Tabla 15: Ponderación disponibilidad (pre-test).....	37
Tabla 16: Criterios para determinar criticidad.....	38
Tabla 17: Nivel de criticidad.....	40
Tabla 18: Sistemas de la compactadora.....	41
Tabla 19: Sistemas de las cortadoras.....	41
Tabla 20: Funciones de sistemas de compactadora.....	42
Tabla 21: Funciones de sistemas de cortadora.....	43
Tabla 22: Funciones de sistemas del generador.....	44
Tabla 23: Amef para la compactadora.....	46
Tabla 24: Análisis del modo y efecto de falla.....	48
Tabla 25: Resultados del amef.....	50
Tabla 26: Secuencia y actividades.....	53
Tabla 27: Solicitud de mantenimiento.....	53
Tabla 28: Bitácora de mantenimiento.....	54
Tabla 29: Vale de almacén.....	54
Tabla 30: Informe mensual de mantenimientos.....	55
Tabla 31: Historial.....	55
Tabla 32: Plan de mantenimiento.....	58
Tabla 33: Plan de mantenimiento.....	59
Tabla 34: Población del personal.....	68
Tabla 35: Pesos para los niveles de aprobación.....	68
Tabla 36: Ponderación del cumplimiento del mantenimiento programado (post test).....	69
Tabla 37: Contrastación pre test-post test para el indicador cumplimiento de mantenimiento.....	70
Tabla 38: Ponderación del cumplimiento de órdenes de trabajo (pos-test).....	74
Tabla 39: Contrastación para el indicador cumplimiento de órdenes de trabajo.....	75
Tabla 40: Ponderación del cumplimiento de aplicación amef (post- test).....	79
Tabla 41: Contrastación pre y post-test para el indicador de cumplimiento amef.....	80
Tabla 42: Ponderación disponibilidad (post- test).....	84
Tabla 43: Contrastación pre y post-test para el indicador disponibilidad.....	85
Tabla 44: Disponibilidad con la gestión de mantenimiento.....	88
Tabla 45: Cumplimiento del plan de mantenimiento.....	90
Tabla 46: Cumplimiento de las órdenes de trabajo generadas.....	90
Tabla 47: Cumplimiento de amef.....	91
Tabla 48: Indicador disponibilidad.....	91
Tabla 49: Calendario mantenimiento compactadora.....	99
Tabla 50: T-student.....	100
Tabla 51: Matriz de consistencia.....	101

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Diagrama ishikawa.....	2
Figura 3: Compactadora	10
Figura 4: Cortadora	10
Figura 5: Motobomba.....	11
Figura 6: Compresora sullair 185	11
Figura 7: Generador subaru 7500	12
Figura 8: Motor gasolinero	13
Figura 9: Motor diesel.....	13
Figura 10: Carburador	14
Figura 11: Bujia	15
Figura 12: Enfriamiento por aire	16
Figura 13: Enbrague centrifugo	16
Figura 14: Procedimiento para desarrollo de tesis	21
Figura 15: Disponibilidad actual de equipos	37
Figura 16: Movimiento de formantos de mantenimiento	52
Figura 17: Disponibilidad aproximada.....	88

RESUMEN

En la presente tesis con título “DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO BASADO EN EL ANALISIS MODO EFECTO FALLA PARA MEJORAR LA DISPONIBILIDAD DE EQUIPOS ELECTROMECAÑICOS DE LA EMPRESA CONSTRUEDES S.A.C. Dedicada a la comercialización de gas natural, los responsables de mantenimiento tienen que conformar materiales y recurso humano para acortar los tiempos innecesarios y costos, tienen una obligación dentro de la empresa el de realizar los mantenimientos a todos los equipos en tiempos cortos para que no se detenga la producción. se evaluó a los equipos electromecánicos tales como compactadoras, cortadoras, generador, motobomba, compresora y vibradora en el periodo 2017, determinado su baja disponibilidad. El diseño de la gestión de mantenimiento basado en el análisis modo efecto falla permitirá realizar los trabajos de forma más organizada y programada de los equipos dentro de la empresa y así se podrá asegurar el desempeño de los equipos electromecánicos.

Se efectuó un evaluación de criticidad a todos los equipos, encontrando como críticos a las cortadoras según la matriz de criticidad con un nivel 80 de criticidad y las compactadoras con 96 de criticidad, como medios críticos son los generadores con 48 nivel de criticidad, y la compresora con 54 de nivel de criticidad, la motobomba y vibradora como no críticos.

Como técnica para el diagnóstico de tipos de fallos se utilizó el AMEF. En el cual obtuvieron sistemas de mayor prioridad y que estos son causas de la fallas en campo convirtiéndose en mantenimientos correctivos, se incrementa actividad de tipo mantenimiento preventivo según resultados de AMEF. La meta de los indicadores es obtener resultados que nos lleven al 100% de cumplimiento, así estaríamos cumpliendo con el propósito del sistema de gestión de mantenimiento. La disponibilidad en relación a la gestión de mantenimiento programado con AMEF incrementó significativamente de 51.6%.

Palabras claves: Análisis Modo y Efecto Falla, Disponibilidad, Mantenimiento y Equipos.

ABSTRACT

In the present thesis entitled "DESIGN OF A MAINTENANCE MANAGEMENT SYSTEM BASED ON ANALYSIS EFFECT MODE FAILS TO IMPROVE THE AVAILABILITY OF ELECTROMECHANICAL EQUIPMENT OF THE COMPANY CONSTRUEDES S.A.C. Dedicated to the commercialization of natural gas, those responsible for maintenance have to conform materials and human resources to shorten unnecessary time and costs, they have an obligation within the company to perform the maintenance of all the equipment in short times so that it does not stop production. Electromechanical equipment such as compactors, cutters, generator, motor pump, compressor and vibrator was evaluated in the period 2017, determined its low availability. The design of the maintenance management based on the effect mode analysis will allow the work to be carried out in a more organized and programmed way of the equipment within the company, thus ensuring the performance of the electromechanical equipment.

A criticality assessment was made to all the equipment, finding the criticality of the cutters according to the criticality matrix with a level of criticality 80 and the compactors with criticality 96, critical means being the generators with a criticality level of 48, and the compressor with 54 level of criticality, the motor pump and vibrator as non-critical.

The FMEA was used as a technique for diagnosing types of failures. In which they obtained systems of higher priority and that these are causes of the failures in the field becoming corrective maintenance, activity of preventive maintenance type is increased according to AMEF results. The goal of the indicators is to obtain results that lead to 100% compliance, thus we would be fulfilling the purpose of the maintenance management system. The availability in relation to the scheduled maintenance management with AMEF increased significantly by 51.6%.

Keywords: Analysis Mode and Effect Failure, Availability, Maintenance and Equipment.

CAPITULO I: INTRODUCCIÓN

I. INTRODUCCIÓN

1.1 Realidad problemática.

Construredes S.A.C. Una organización enfocada en la construcción de redes para la comercialización de gas natural en el Perú, desarrollando proyectos a nivel de redes externas y redes internas para zonas residenciales, multifamiliares, comerciales y en vías públicas. Para ello cuenta con equipos electromecánicos para alcanzar sus objetivos.

Esta actividad de construcción de redes para la comercialización de gas natural, los responsables de mantenimiento tienen que conformar materiales y recurso humano para acortar los tiempos innecesarios y costos, tienen una obligación dentro de la empresa el de realizar los mantenimientos a todos los equipos en tiempos cortos para que no se detenga la producción.

Carencia de gerencia de mantenimiento, es decir no cuenta con ente encargado de controlar los trabajos, no se conoce la historia de los mecanismos para que se pueda prestar atención a las fallas e investigar donde se produjo y a su vez tomar acciones para que no retorne el acontecimiento.

No existe una planificación de intervenciones esto genera una tensión en la empresa, se observa que el mantenimiento es netamente correctivo los encargados del mantenimiento se han resignado a la planificación y programación para realizar intervenciones y la táctica que se aplica en el presente es realizar trabajos de corrección de fallas que se presentan en el instante y como no se tiene un programa de mantenimiento preventivo las acciones correctivas tiene mayor demanda hecho que quita tiempo para poder formalizar acciones preventivas.

Esta problemática ha motivado al investigador en el diseño de una gestión de mantenimiento en donde se planificara y programara acciones preventivas para el correcto funcionamiento de los equipos electromecánicos de la empresa Construredes S.A.C. De tal forma que se eliminara las intervenciones correctivas y a su vez se evitaran fallas que son motivo de parada de los equipos y con mayor frecuencia dañan a los componentes de los sistemas.

Diagrama Causa efecto (Ishikawa)

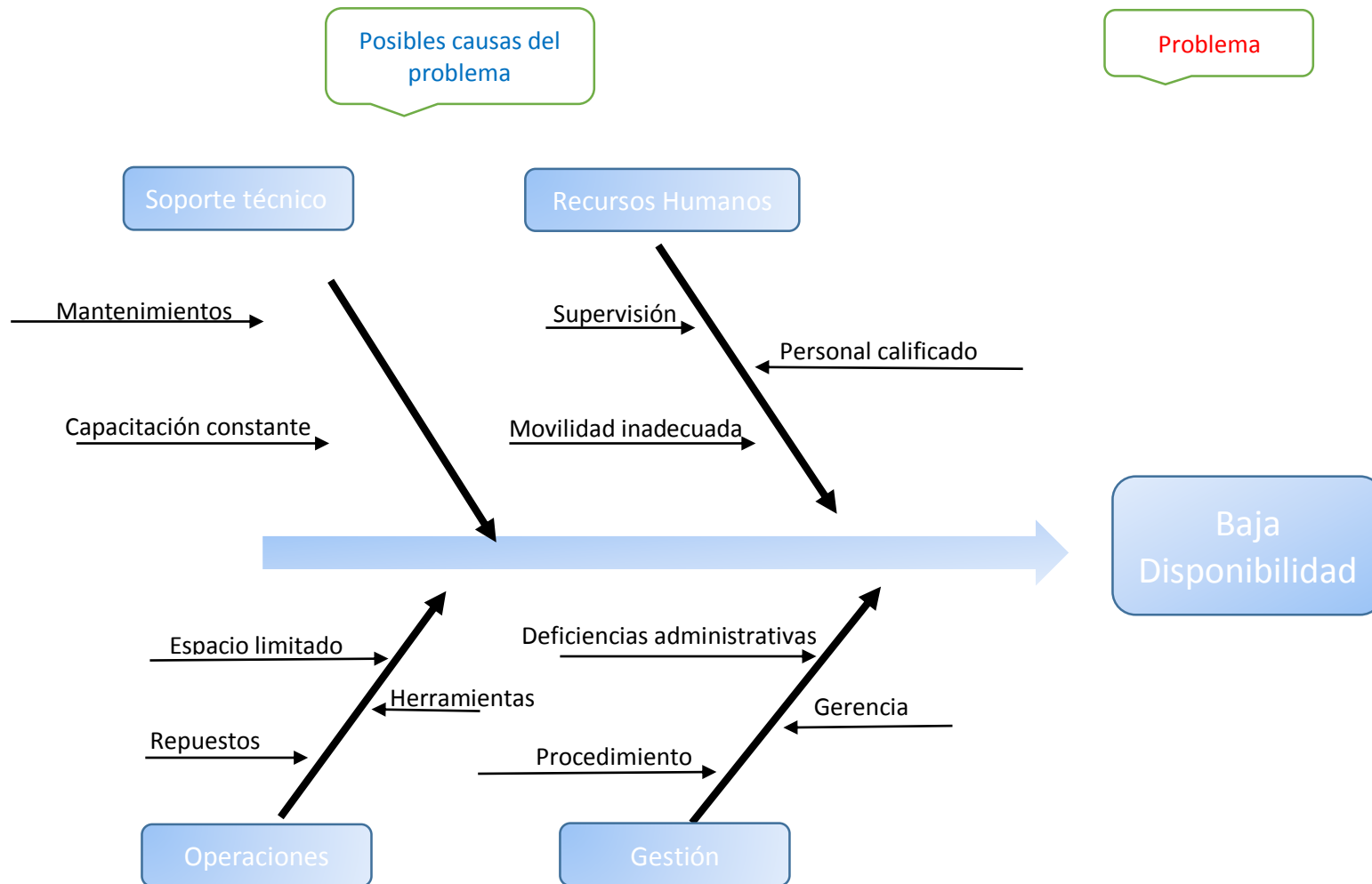


FIGURA 1: DIAGRAMA ISHIKAWA

1.2 Trabajos previos.

Vásquez Ccasani,(2016), como investigación para optar el título de Ingeniero Mecánico Electricista “Sistema de gestión de mantenimiento basado en el riesgo para aumentar la confiabilidad de la maquinaria pesada de la Empresa Representaciones y Servicios Técnicos América S.R.L. Trujillo.”

Uso 5 criterios de evaluación: frecuencia de fallas, impacto operacional Flexibilidad operacional Costos de mantenimiento, seguridad ambiental y humana. Con su propuesta de un plan de mantenimiento asentado en riesgo, estimo condiciones de ascenso de sus indicadores usando hojas de medidas e investigación, obteniendo la disponibilidad, confiabilidad y mantenibilidad: 92.23%,87.05% y12.83%.

Garcia Esteban , (2017) como investigación para optar el título profesional de Ingeniero Mecánico “Gestión del mantenimiento para la operatividad de la maquinaria de movimiento de tierras ICCGSA en la vía Huancayo-Ayacucho” se concentró en describir la metodología basado en la pirámide de mantenimiento, la aplicación de un mantenimiento planeado es de suma importancia y tiene una relación entre el área de operación y mantenimiento de maquinaria.

Con la propuesta de uso de herramientas y formatos para el mantenimiento se obtendrá recolección de datos y esto servirá para tener una hoja de vida del mantenimiento de máquinas. Se conseguirá además un control, programación y aplicando sus parámetros de mantenimiento tuvo un crecimiento de la disponibilidad de 92%

Villegas Arenas,(2016) como investigacion para optar el titulo porfesional de ingeniero industrial “Propuesta de mejora en la gestión del área de mantenimiento, para la optimización del desempeño de la Empresa MANFER S.R.L. Contratistas Generales Arequipa 2016 ” desarrollado en Arequipa, se evaluó el tipo de mantenimiento que se realiza actualmente, con el objetivo para demostrar que este puede mejorarse a nivel de calidad de trabajo, disponibilidad de los equipos, disminución de los tiempos de paradas de producción y reducción de costos.

Obtuvo la mala gestión del mantenimiento porque no se cumple con implementación y que carecen de líder en el área y por consiguiente no presentan documentos formales que acrediten la ejecución de trabajos y registro de estos

1.3 Teorías relacionadas al tema.

Sistemas de gestión de mantenimiento

Es interviniente de forma llana en la misión del mantenimiento optimizando capitales humanos, herramientas, logística y otros recursos, que pasa a ser un instrumento para el buen uso de los recursos y tener buenos resultados como la eficiencia y eficacia en el sistema.

Mantenimiento.

Es una serie de actividades mediante procedimientos y una parte administrativa que como propósito es mantener operativo los sistemas, componentes, instalaciones, industrias y plantas en condiciones para cual fueron diseñados y cumplan su función. Según la federación europea de asociaciones nacionales de mantenimiento (FENMS)

Para el mantenimiento se usan instrucciones de otras especialidades con un solo propósito de llegar al objetivo. Para esto la ingeniería es muy importante para el desarrollo de las industrias del país que estos toman todas las acciones como la organización, planificación y controles etc. Para una conservación continua y eficiencia mayor en las maquinas. Soler Preciado, (2012)

Mantenimiento Preventivo.

Es una planificación de actividades como periodos para ejecutar actividades que recomiendan los fabricantes es sus equipos, también para revisiones, detectar y a prevenir fallas con el propósito de conservar en buenas situaciones técnicas la operación de los equipos.

Mantenimiento correctivo.

Es una acción humana para desarrollar en los patrimonios físicos de la empresa de forma puntual al agotamiento de vida útil o casos externos de los componentes, materiales o piezas que forman un equipo facilitando su recomposición o reparación si sumarle un valor extra que por secuela han dejado de prestar una operación de calidad como se esperaba.

La NORMA ISO 14224 define como base el listado de los equipos, como una manera de recolectar datos, cuando se usa esta norma se hace fácil el cambio de reseñas la norma tiene establecida principios claros para administrar las fichas de mantenimiento (Empresarial)

Disponibilidad

Es un periodo de los equipos que tienen para producir

Supondremos que es todo el tiempo disponible a excepción los que sean intervenciones de auxilio y paradas por otros motivos que no sean programados como los preventivos y predictivos (Fausto Galoto, 2014)

$$D = \frac{T.Pr - T.p}{T.Pr}$$

Dónde:

D: Disponibilidad

T. Pr: Tiempo programado

T.P: Tiempo de paradas

Tiempo medio para reparar (MTTR)

El tiempo promedio para reparar, corresponde generalmente al período de intervención o de reparación pasado por un técnico. Este análisis permite visualizar la evolución del servicio de mantenimiento y de las competencias a lo largo del tiempo. Un buen conocimiento de las máquinas y un historial de las operaciones de mantenimiento permiten mejorar el diagnóstico de la reparación y reduce el tiempo de intervenciones. (Word)

$$MTTR = \frac{T.P}{N^{\circ} F}$$

Dónde:

MTTR: Tiempo promedio para la reparación

T.P : Tiempo de paradas

N° F : Numero de fallas

Tiempo Medio Entre Fallos

Se utiliza generalmente en el departamento de producción y puede ser un verdadero indicador de productividad. MTBF es más difícil de utilizar, ya que el usuario tiene que poseer un cierto número de datos procedentes del servicio de producción como el tiempo de paradas el tiempo previsto transcurrido entre fallos inherentes de un sistema durante el funcionamiento. Puede ser calculado como la media aritmética (promedio). (Terms, s.f.)

$$MTBF = \frac{T.R}{N^{\circ} F}$$

Donde:

MTBF: tiempo medio entre fallas

T.R : Tiempo real

N° F : Numero de fallas

Matriz de criticidad

TABLA 1: MATRIZ DE CRITICIDAD

Frecuencia de fallas	1	NC	NC	NC	MC	C
	2	NC	NC	MC	C	C
	3	MC	MC	C	C	C
	4	MC	C	C	C	C
		20	40	60	80	100
		Consecuencia				

Donde:**C** : Críticos**MC:** Medio críticos**NC:** No críticos**Análisis Modo Efecto Falla (AMEF)**

Es una técnica calificada como principio para detectar fallas y muy confiable, por su manera de como recaudar información y analiza la efectos de las fallas para ponerlos dentro de sus valores de prioridad esto debe llevar a una continua renovación en todo su proceso para anticipar a las posibles fallas que se pudieran presentar y pasen a ser urgentes y desventajas en la empresa (manufacturing).

Numero de prioridad de riesgo o índice de riesgo.

Para el avance de AMEF se comprueba el NPR (número de prioridad de riesgo), este resulta al multiplicar las tres relaciones de probabilidad, estos son la gravedad, la altura de ocurrencia y por la habilidad de detección. (amendola2002)

$$NPR=G*O*D$$

1. Gravedad (G)
2. Detección (D)
3. Ocurrencia (O)

Gravedad

1	Bajo , progresiva para el cliente
2-3	Escasa. Tal vez pueda detectar la falla
4-5	Baja. Detecta la falla
6-7	Moderado. Genera molestia cuando detecta la falla.
8-9	Elevada. La falla es complicada inaceptable
10	Muy elevada. Inconvenientes e involucran la seguridad

Ocurrencia

1	Muy escasa probabilidad
2-3	Escasa probabilidades
4-5	Escasa probabilidades, a veces.
6-7	Frecuente probabilidad
8-9	Elevada probabilidad
10	Muy elevada probabilidad

Detección

1	Muy rara
---	----------

2-3	Escasa
4-5	Moderada.
6-7	Frecuente.
8-9	Incrementada
10	Muy elevada.

Características del NPR (número de prioridad de riesgo)

NPR>200 fallas intolerables (I)
125<NPR<200 fallas reducibles deseables (R)
NPR<125 fallas aceptables (A)

Equipos.

Compactadora.

Un equipo de impacto con gran poder capaz de nivelar superficies en desnivel que como fuente tiene un motor de explosión que entrega al pisón de forma consecutiva para quitar espacios entre las partículas del suelo (Cornejo Rojas, 2016).

Este equipo está diseñado para realizar trabajos con limitación de espacios, especialmente se usan en materiales como arcilla y suelos con grava con la finalidad de que los bloques de concreto, asfalto o cimientos queden en bases firmes. También conocido como apisonador o saltarín.



FIGURA 2: COMPACTADORA

Cortadora.

Equipo con el cual se realiza corte de asfalto y concreto mediante el movimiento rotatorio de un disco abrasivo. La cortadora se usa en corte de bloques de concreto y asfalto por la configuración estándar que tiene equipo para el empresario experto que necesita cortar bloques de hasta 15cm de fondo.

La combinación del peso, corte por el lado derecho, el equilibrio proporcionado por su distancia entre ejes y su bastidor, contribuyen a ofrecer una profundidad superior. Es ideal para cortar en superficies planas, resarcimiento de asfalto, reparaciones de canales y largos cortes en superficies planas y su traslado es de manera versátil.



FIGURA 3: CORTADORA

MOTOBOMBA

Es un equipo que transforma energía química en mecánica que acciona al fluido

transformándolo en energía hidráulica. Específicamente para líquido o mezcla con sólidos e incompresibles.



FIGURA 4: MOTOBOMBA

Compresora de aire.

Los compresores son accionados con motor diésel o gasolina para presurizar el aire. Los compresores suministran energía en herramientas, maquinarias y en construcción de forma eficiente y se distribuye por conductos de alta resistencia (Ritchiewiki, 2010)



FIGURA 5: COMPRESORA SULLAIR 185

Generador Electrico.

Es equipo es el que transforma energía mecánica en energía eléctrica por la interacción de sus dos componentes principales del generador que son el rotor y el estator. Por la rotación del cuerpo móvil induce la generación de electricidad.



FIGURA 6: GENERADOR SUBARU 7500

Sistemas y componentes.

Motor Gasolinero.

En un motor a gasolina el combustible es inyectado de forma pulverizada y mezclada con el aire combustible dentro de un cilindro. Aprovechando la explosión de la mezcla causada por la chispa y expandir el gas empujando así al pistón. Internamente en cilindro la composición es comprimida cuando llega al punto máximo de compresión (punto muerto superior) en este punto es donde suelta la chispa a través de la bujía momento en el cual se produce la explosión estos gases encerrados se expanden dentro del cilindro desplazando al pistón al punto muerto inferior y repetir el ciclo. (Arlerco, 2012)

El movimiento lineal del pistón se conecta mediante una biela al cigüeñal en movimiento giratorio producida por la liberación de la energía en el momento que se origina la explosión, el giro del motor no se detiene por la inercia, esto hace que el pistón comprima nuevamente la mezcla desde el punto muerto inferior y expulsando por la válvula de escape los gases de combustión y la válvula de admisión se abre nuevamente para dar el ingreso de la mezcla.

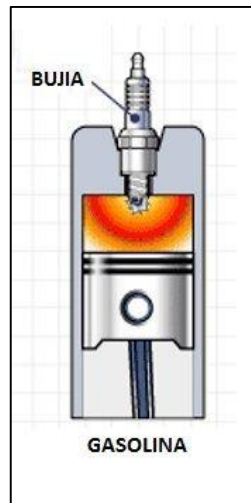


FIGURA 7: MOTOR GASOLINERO

Motor diésel

Este motor gracias a las altas temperaturas y una gran relación de aire combustible se produce la combustión transformando la energía térmica en mecánica como combustible usa el diésel.

El funcionamiento de este tipo de motor se da cuando el combustible es inyectado a alta presión de forma pulverizada dentro de cilindro, y el aire comprimido a altas temperaturas hacen que se inflame sin necesidad de un chispa como es en los motores a gasolina. (EcuRed, 2017)

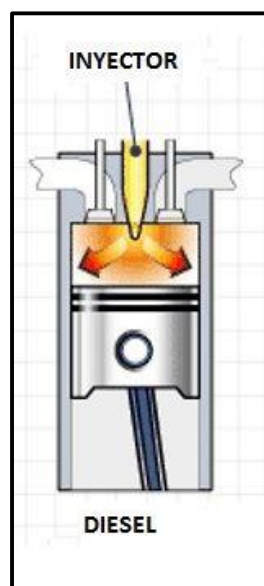


FIGURA 8: MOTOR DIESEL

Carburador.

Es el órgano destinado a realizar la mezcla de aire y gasolina y su dosificación. Además cumple con regular la velocidad y el par de fuerzas del motor a fin de adecuarlo en cada instante al esfuerzo a que se le somete cuando el conductor lo desee. Para ello se adopta generalmente el sistema de regulación cuantitativa, consistente en mantener constante la composición de la mezcla y variar el peso introducido. (Vasquez Ramos, 2013)

Las condiciones que deben cumplirse en la preparación de la mezcla son esencialmente dos:

- 1) que la mezcla sea homogénea y estable;
- 2) que su composición permanezca constante a cualquier régimen del motor, existiendo siempre la posibilidad de variarla, si conviene, en casos especiales, como por ejemplo cuando hay que lograr la puesta en marcha en frío o cuando son necesarias aceleraciones rápidas.



FIGURA 9: CARBURADOR

Bujía

Es el principal componente en los motores a gasolina, ya que de este depende el encendido del motor produciendo la explosión de la mezcla aire gasolina, dependerá de la bujía la calidad del funcionamiento y sobre todo la situación medio ambiental respecto a los gases de escape, combustibles mal quemados (NGK, 2017)

La bujía tiene que incendiar una mezcla promedio de 500 a 3500 intervalos por

minuto entonces sabremos la importancia de la tecnología en la fabricación y que estén de la mano con la normas de gases contaminantes y sobre todo el consumo de combustible que es un principal factor.



FIGURA 10: BUJIA

Refrigeración aire forzado.

El sistema de refrigeración forzado disipa el calor producido en la cámara de explosión mediante el aire que está a su alrededor, estos motores tienen unas aletas para transferir el calor a la atmosfera y es proporcional a la temperatura de las diferentes zonas del monoblock de mayor temperatura, estas aletas tienen buena conductividad térmica por la aleación de material ligero que se usan. (Meganeboy, 2014)

Enfriamiento por aire forzado



FIGURA 11: ENFRIAMIENTO POR AIRE

Embrague centrífugo / de muelle

Este tipo de embrague tiene un par de contrapesos y un revestimiento de asbesto que cuando el motor alcanza altas RPM hace estos basculen por la inercia hacia la pared circular presionando con gran fuerza que en ese momento trabajen como un solo componente.

En bajas rpm los contrapesos no se desplazan y quedan en su lugar retenidos por los resortes recuperadores desacoplando el motor y el pistón. (Storm Halll, 2008)



FIGURA 12: ENBRAGUE CENTRIFUGO

1.4 Formulación del Problema

¿Cómo influye el diseño de un sistema de gestión de mantenimiento basado en el análisis modo efecto falla para mejorar la disponibilidad de equipos electromecánicos de la empresa Construredes S.A.C.?

1.5 Justificación del Problema

En la parte social; el diseño de la gestión de mantenimiento basado en el análisis modo efecto falla permitirá realizar los trabajos de forma más organizada y programada de los equipos dentro de la empresa y así se podrá asegurar el desempeño de los equipos electromecánicos.

Los costos de manteamiento se reducirán porque se trabajará con un sistema de gestión de mantenimiento basado en análisis modo efecto falla, permitiendo un control

de gastos y una disminución considerable de mantenimiento correctivo, a la vez aumenta la disponibilidad de los equipos electromecánicos.

En la parte ambiental; la presente investigación con la técnica análisis modo efecto falla será adecuado para los equipos electromecánicos el cual permitirá que los índices de contaminación ambiental disminuyan.

Con la propuesta del presente trabajo de investigación usando la técnica de análisis modo efecto falla, mejorara los mantenimiento y se acortara los tiempos de reparación esto nos llevara a tener una productividad justa.

Seguridad; con el diseño del sistema de gestión de mantenimiento basado en el análisis modo efecto falla, asegura el funcionamiento de los equipos y prevenir condiciones que afecten al personal.

1.6 Hipótesis.

El diseño de un sistema de gestión de mantenimiento basado en el análisis modo efecto falla mejorará la disponibilidad de los equipos electromecánicos de la empresa Construredes S.A.C.

1.7 Objetivos

Objetivo General

Diseñar un sistema de gestión de mantenimiento basado en el análisis modo efecto falla para mejorar la disponibilidad de los equipos electromecánicos de la empresa Construredes S.A.C.

Objetivos Específicos

- a) Determinar la disponibilidad actual de los equipos electromecánicos.
- b) Determinar el grado de criticidad de los equipos.
- c) Proponer el diseño de gestión de mantenimiento.
- d) Determinar los indicadores de la propuesta y estimar la mejora.

CAPITULO II: METODO

II. MÉTODO

2.1 Diseño de investigación

En esta investigación es descriptivo donde se recoge información sobre el objeto experimental.

Transversal, Porque el estudio se ejecutara por única vez en un determinado período.

Para responder a las interrogaciones esta será una guía que aclara al investigador y a los futuros lectores.

Se diseñara el sistema de gestión de mantenimiento cuando se alcance información necesaria sobre el tema de análisis modo efecto falla para mejorar la disponibilidad de los equipos electromecánicos.

Tipo de investigación

Es aplicativo porque su interés es utilizar instrucciones ya existentes en la experiencia en base a la interrelación de los componentes para mejorar la gestión de mantenimiento. Hace uso de metodologías y programaciones de la ingeniería mecánica eléctrica para estudiar y plantear medidas a un problema, como es la limitación de la disponibilidad de equipos.

Nivel de investigación

El nivel de investigación es de tipo descriptivo, debido a que se describen los datos y características de la población.(Espinoza 2014).Sanches carlessi H. y Eyes Meza C. (2006)definen a la investigación descriptiva como estadística donde se describen los datos y características de la población o fenómeno en estudio. Este nivel de investigación responde a las preguntas: quien, que, donde, cuando y como.

El método de la investigación es deductivo, se particularizara a unos equipos determinados, utilizando modelos de gestión de mantenimiento
Se detalla el procedimiento, según el diseño de investigación de la presente tesis

En la figura se detalla el procedimiento, según el diseño de la presente tesis

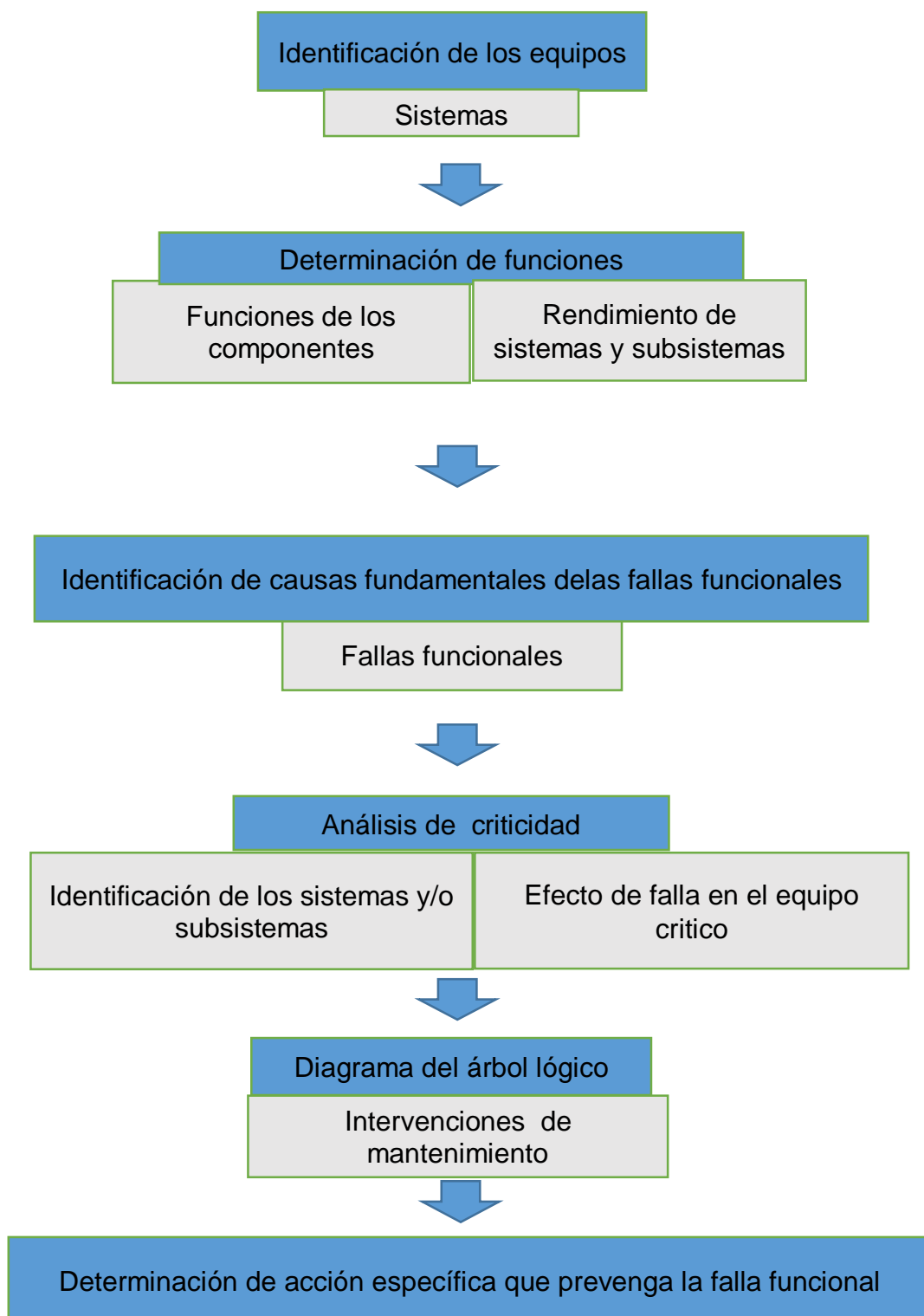


FIGURA 13: PROCEDIMIENTO PARA DESARROLLO DE TESIS

2.2. Variables, operacionalización.

“Diseñar un sistema de gestión de mantenimiento basado en el análisis modo efecto falla para mejorar la disponibilidad de equipos electromecánicos de la empresa Construredes S.A.C.”

- **Variable Independiente:**

Sistema de gestión de mantenimiento basado en el análisis modo efecto falla.

TABLA 2: OPERACIÓN DE VARIABLE INDEPENDIENTE

variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicador	Escala de medición
Sistema de gestión de mantenimiento basado en el análisis modo efecto falla.	Es una metodología de trabajo que asegura que se emprendan las acciones correctas del mantenimiento preventivo elimina aquellas tareas que no producen impacto en la frecuencia de fallas	Es una filosofía de trabajo plasmada como sistema para dar como resultado una lista de acciones de mantenimiento, programas de mantenimiento y responsabilidades	Sistemas y subsistemas	% Cumplimiento de mantenimientos programados	0-100 %
			Flujo de órdenes de trabajo	% cumplimiento de órdenes de trabajo	0-100 %
			Análisis modo efecto falla	% Cumplimiento de aplicación AMEF	0-100 %

Fuente: Propia

- **Variable Dependiente:**

Disponibilidad de los equipos electromecánicos.

TABLA 3: OPERACIÓN DE VARIABLE DEPENDIENTE

variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicador	Escala de medición
Disponibilidad de los equipos electromecánicos.	Es una función que permite estimar en forma global el porcentaje de tiempo total en que se puede esperar que un equipo esté disponible para cumplir su función para la cual fue destinado	$D = \frac{MTBF}{MTBF+MTTR} * 100\%$	es la capacidad de un activo o componente para estar en un estado (arriba) para realizar una función requerida bajo condiciones dadas en instante dado de tiempo o durante un determinado intervalo de tiempo	Disponibilidad de los equipos	0-95%

Fuente: Propia

2.3. Población Y muestra.

- **Población.**

Para el caso de la presente investigación, se tuvo como unidades poblacionales a los equipos electromecánicos de la empresa Construredes S.A.C

- **Muestra**

No probabilístico, será Todos los equipos electromecánicos de la empresa que están Construredes S.A.C.

TABLA 4: FLOTA DE EQUIPOS

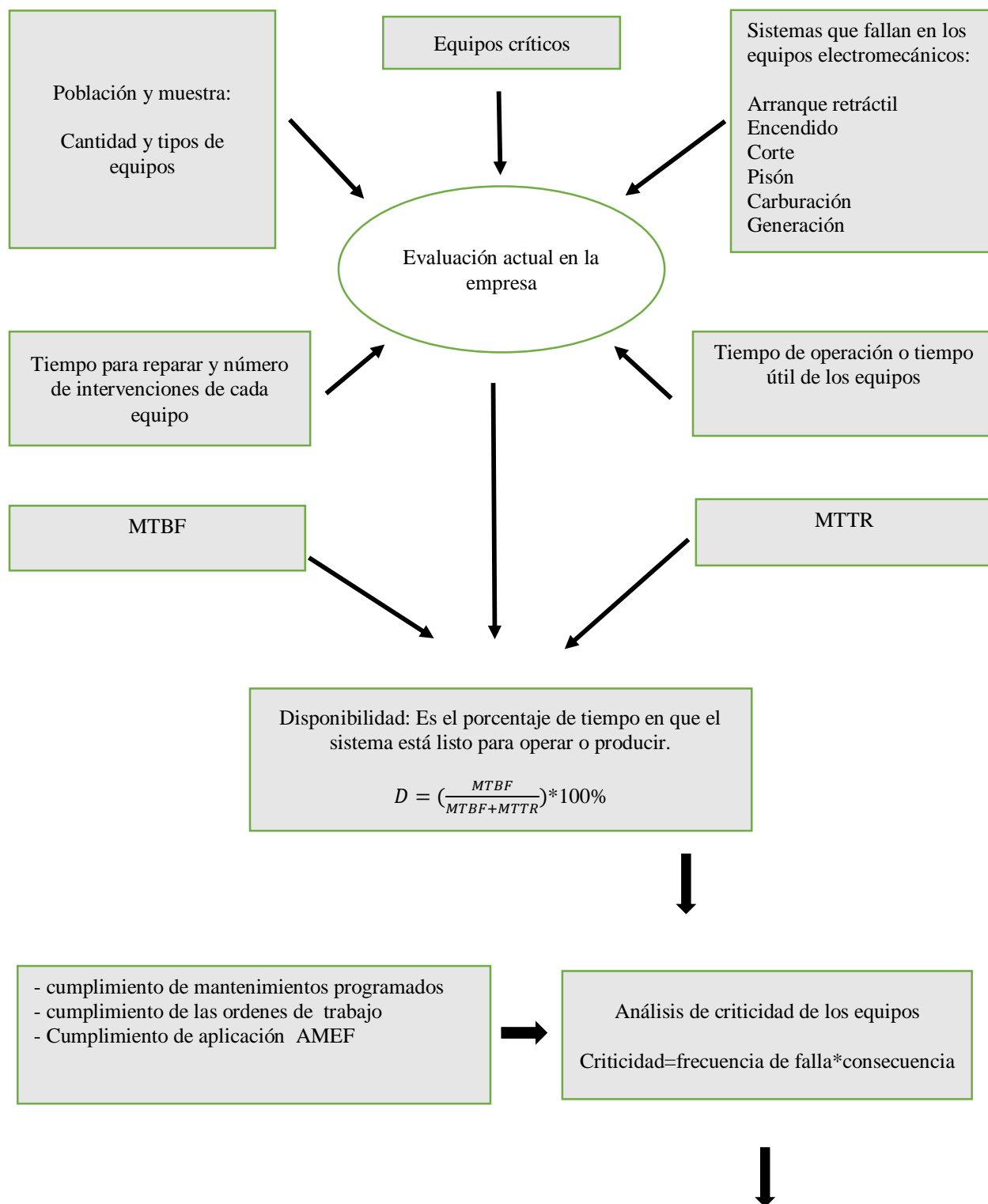
Proyecto	Equipos	Cantidad	Marca	Área
Trujillo Chimbote Huaraz	Compactadoras	24	Weber	Redes Externas
	Cortadoras	20	Dynamic	Redes Externas
	Generadores	12	Subaru	Redes Externas
	Motobomba	3	Honda	Redes Externas
	Compresora	2	Sullair	Redes Externas
	Vibradora	1	Subaru	Redes Externas
	Camioneta	1	Nissan	Redes Externas

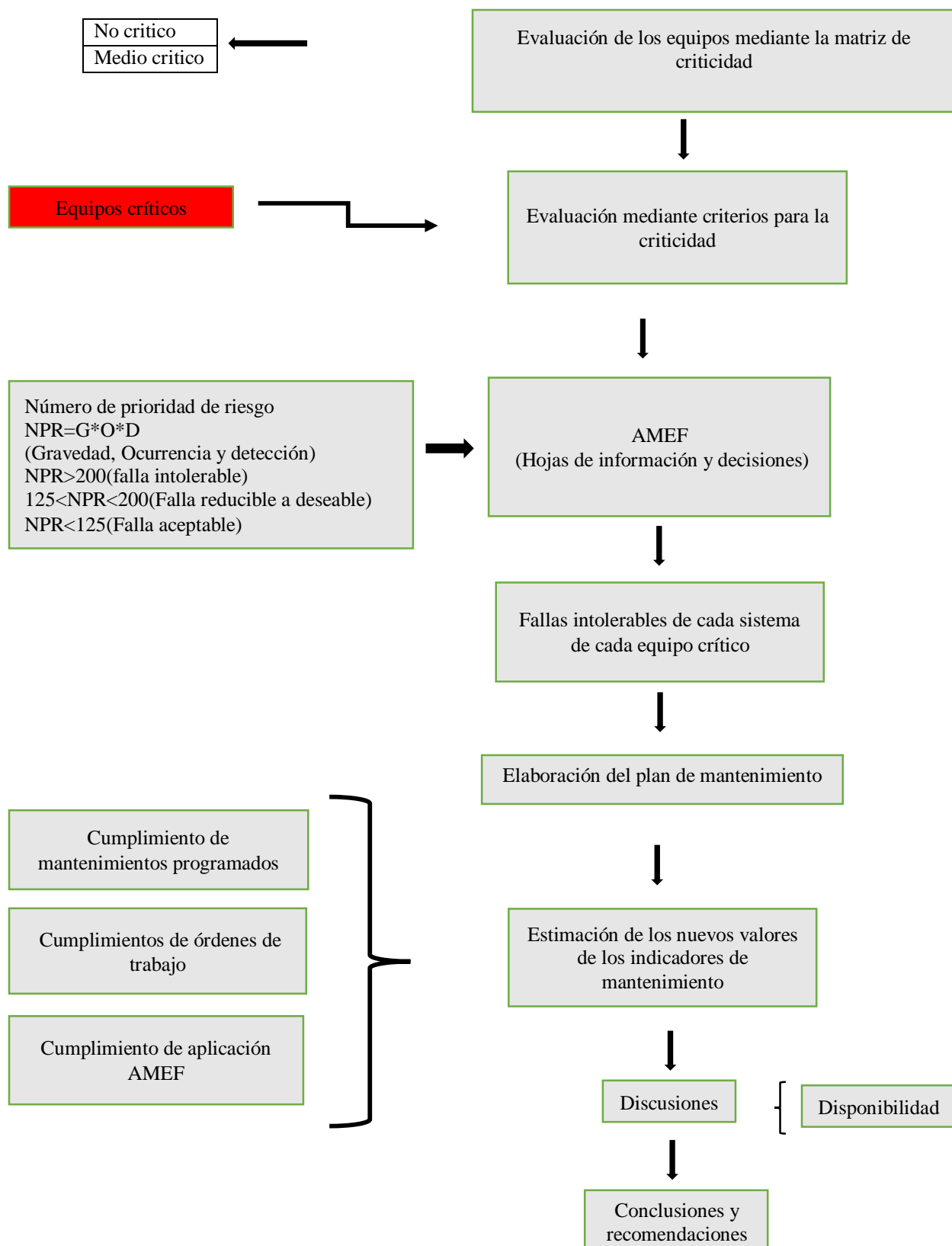
2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

TABLA 5: TECNICAS, INSTRUMENTOS

Técnicas	Instrumentos	Validación
Observación directa	Captar mediante la vista	Tesista
Encuesta	Cuestionario	Técnico
Análisis documental	Registro de información	Cartillas

2.5 Métodos de análisis de datos.





2.6 Aspectos Éticos

En la actual investigación, se respeta la pertenencia científica, la naturalidad del proyecto de investigación, lo cual garantizo el 100% de la información contenida en la presenta investigación.

CAPITULO III: RESULTADOS

III. RESULTADOS

3.1 Situación de la gestión de mantenimiento y la disponibilidad actual

3.1.1 Gestión de mantenimiento

3.1.1.1 Cumplimiento del plan de mantenimiento

TABLA 6: PONDERACION DEL CUMPLIMIENTO DEL MANTENIMIENTO PROGRAMADO (PRE TEST)

TABULACIÓN DEL INDICADOR (PRE - TEST)								
Nº	Pregunta	Conformidad Plena	Conformidad Simple	Indecisión	Reprobación Simple	Reprobación Plena	Puntaje total	Puntaje promedio
		AP	AS	NN	DS	DP		
		5	4	3	2	1		
1	¿Existe Gestión de manteamiento programado en base al análisis modo efecto-falla?	0	0	0	0	5	5	1
2	¿Los mantenimientos programados se cumplen de manera satisfactoria?	0	0	0	0	5	5	1
3	¿Está de acuerdo con la forma de cómo se hacen los mantenimientos programado?	0	0	0	0	5	5	1
4	¿Las órdenes de mantenimiento, según el programa de mantenimiento son entre 80 y 60 durante el trimestre?	0	0	0	0	5	5	1
5	¿Las órdenes de mantenimiento, según el programa de mantenimiento son entre 60 y 40 durante el trimestre?	0	0	0	0	5	5	1
6	¿Las órde de mantenimiento, según el programa de mantenimiento son entre 40 y 20 durante el trimestre?	0	0	0	0	5	5	1
7	¿Las órdenes de mantenimiento, según el programa de mantenimiento son mayores o igual a 20 en el trimestre?	5	0	0	0	0	25	5

8	¿Califique la gestión de mantenimiento?	0	0	0	0	5	5	1
9	¿Conoce las frecuencias de mantenimiento?	0	0	0	0	5	5	1
10	¿Los mantenimientos se realizan con algún formato?	0	0	0	0	5	5	1

Fuente: Propia

3.1.1.2 Cumplimiento de las órdenes de trabajo

TABLA 7: PONDERACION DEL CUMPLIMIENTO DE LAS ORDENES DE TRABAJO (PRE-TEST)

TABULACIÓN DEL INDICADOR (PRE - TEST)								
Nº	Pregunta	Conformidad Plena	Conformidad Simple	Indecisión	Reprobación Simple	Reprobación Plena	Puntaje total	Puntaje promedio
		AP	AS	DI	DS	DP		
		5	4	3	2	1		
1	¿Existe órdenes de trabajo Gestión de manteamiento programado en base al análisis modo efecto-falla?	0	0	0	0	5	5	1
2	¿Cree usted que las órdenes de trabajo generadas se cumplen de manera satisfactoriamente?	0	0	0	0	5	5	1
3	¿Está satisfecho con las órdenes de trabajo generado en un trimestre?	0	0	0	0	5	5	1
4	¿Las órdenes de trabajo generadas, según el programa de mantenimiento son entre 50 y 60 durante el trimestre?	0	0	0	0	5	5	1
5	¿Las órdenes de trabajo generadas, según el programa de mantenimiento son entre 50 y 30 durante el trimestre?	0	0	0	0	5	5	1
6	¿Las órdenes de trabajo generadas, según el programa de mantenimiento son entre 30 y 10 durante el trimestre?	0	0	0	0	5	5	1

7	¿Las órdenes de trabajo generadas, según el programa de mantenimiento son mayores o igual a 10 en el trimestre?	5	0	0	0	0	25	5
8	¿Son registradas las órdenes de trabajo?	0	0	0	1	4	6	1.2
9	¿Cuentan con repuestos para realizar los mantenimientos?	0	0	0	0	5	5	1
10	¿Sabe usted que es una orden de trabajo?	0	0	0	0	5	5	1

Fuente: Propia

3.1.1.3 Cumplimiento del AMEF

TABLA 8: PONDERACION DEL CUMPLIMIENTO DE APLICACIÓN AMEF (PRE-TEST)

TABULACIÓN DEL INDICADOR (PRE - TEST)								
Nº	Pregunta	Conformidad Plena	Conformidad Simple	Indecisión	Reprobación Simple	Reprobación Plena	Puntaje total	Puntaje promedio
		AP	AS	NN	DS	DP		
		5	4	3	2	1		
1	¿Estaría de acuerdo con la técnica mantenimiento programado en base al análisis modo efecto-falla?	0	0	0	1	4	6	1.2
2	¿Cree usted que es la única técnica en mantenimiento programado en base al análisis modo efecto-falla?	0	0	0	1	4	6	1.2
3	¿Está satisfecho con la técnica mantenimiento programado en base al análisis modo efecto-falla?	0	0	0	1	4	6	1.2
4	¿La aplicación de técnica mantenimiento programado en base al análisis modo efecto falla con garantía entre 20 y 15 durante el trimestre?	0	0	0	0	5	5	1

5	¿La aplicación de técnica mantenimiento programado en base al análisis modo efecto falla con garantía entre 15 y 10 durante el trimestre?	0	0	0	0	5	5	1
6	¿La aplicación de técnica mantenimiento programado en base al análisis modo efecto-falla con garantía entre 10 y 5 durante el trimestre?	0	0	1	4	0	11	2.2
7	¿La aplicación de técnica mantenimiento programado en base al análisis modo efecto-falla con garantía menores o igual a 5 en el trimestre?	5	0	0	0	0	25	5
8	¿Conoce cuáles son las fallas en los equipo?	0	0	0	1	4	6	1.2
9	¿Sabe de qué trata la técnica AMEF?	0	0	0	1	4	6	1.2
10	¿Es buena la técnica para estos equipos?	0	0	0	2	3	7	1.4

Fuente: Propia

3.1.2.1 Registro de los equipos

TABLA 9: REGISTRO DE EQUIPOS



N°	Equipo	Proyecto	Código	Serie	Marca
1	Cortadora	Trujillo	1022	T1012733	Subaru
2	Cortadora	Trujillo	1686	T1012746	Subaru
3	Cortadora	Trujillo	1351	T1012752	Subaru
5	Cortadora	Trujillo	1388	GCAFH0765122	Honda
6	Cortadora	Trujillo	1384	GCAFH0765093	Honda
7	Cortadora	Trujillo	2400	GCAFH0839940	Honda
8	Cortadora	Trujillo	2401	GCAFH0840016	Honda
9	Compactadora	Trujillo	1352	2412758	Subaru
10	Compactadora	Trujillo	1353	2412701	Subaru

11	Compactadora	Trujillo	1036	2291118	Subaru
12	Compactadora	Trujillo	1355	2412476	Subaru
13	Compactadora	Trujillo	1060	2372	Subaru
14	Compactadora	Trujillo	1356	2412761	Subaru
15	Compactadora	Trujillo	1364	2412470	Subaru
16	Compactadora	Trujillo	1680	2430022	Subaru
17	Compactadora	Trujillo	1681	2429991	Subaru
18	Compactadora	Trujillo	2450	2448352	Subaru
19	Compactadora	Trujillo	2452	2448385	Subaru
20	Generador	Trujillo	1354	SGX7500/T1012830	Subaru
21	Generador	Trujillo	1021	EG5000cx	Honda
22	Generador	Trujillo	1360	RGX5100	Subaru
25	Generador	Trujillo	1371	RGX5100/1571375	subaru
26	Motobomba	Trujillo	1369	WB30XH/GX160 3"	Honda
27	Compresora	Trujillo	1689	4W0AS211XHM911032	Sullair
28	Camioneta	Trujillo	F2I-771		Nissan



N°	Equipo	Proyecto	Código	Serie	Marca
23	Generador	Chimbote	1699	EG6500cxs	Honda
24	Generador	Chimbote	1690	EG5000cx	Honda
29	Cortadora	Chimbote	1365	T1012750	Subaru
30	Cortadora	Chimbote	1366	T1012748	Subaru
31	Cortadora	Chimbote	1683	GCAFH0765092	Honda
32	Cortadora	Chimbote	2404	GCAFH-0839941	Honda
33	Cortadora	Chimbote	1394	GCAFH-0840015	Honda
34	Compactadora	Chimbote	1389	2445340	Subaru
35	Compactadora	Chimbote	1378	2428410	Subaru
36	Compactadora	Chimbote	1376	2428943	Subaru
37	Compactadora	Chimbote	1379	2428903	Subaru
38	Compactadora	Chimbote	2451		Subaru
39	Compactadora	Chimbote	1374	2428905	Subaru
40	Compactadora	Chimbote	1375	2426053	Subaru
41	Generador	Chimbote	1372	EG6500cxs	Honda
42	Generador	Chimbote	1373	EG5000cx	Honda
43	Generador	Chimbote	1381	SGX7500/T1012781	Subaru

44	Motobomba	Chimbote	1367	WB30XH/GX160 3"	Honda
45	Motobomba	Chimbote	1368	WB30XH/GX160 3"	Honda
46	Compresora	Chimbote	1685	4W0AS211FM915080	Sullair



Nº	Equipo	Proyecto	Código	Serie	Marca
47	Cortadora	Huaraz	1350	T1012724	Subaru
48	Cortadora	Huaraz	1357	T1012769	Subaru
49	Cortadora	Huaraz	1398	GCAFH0765101	Honda
50	Cortadora	Huaraz	2402	GCAFH0839944	Honda
51	Cortadora	Huaraz	2403	GCAFH0839945	Honda
52	Cortadora	Huaraz	2405		Honda
53	Cortadora	Huaraz	2606		Honda
54	Compactadora	Huaraz	2454		Subaru
55	Compactadora	Huaraz	2453		Subaru
56	Compactadora	Huaraz	1363	2412469	Subaru
57	Compactadora	Huaraz	1362	2412880	Subaru
58	Compactadora	Huaraz	1359	2412879	Subaru
59	Compactadora	Huaraz	1361	2412481	Subaru
60	Generador	Huaraz	1370	RGX5100	Subaru
61	Generador	Huaraz	1377	SGX7500/T1012836	Subaru
62	Vibradora	Huaraz	1051		Subaru

3.1.2.2 Intervenciones en los equipos

A continuación se detallaran las intervenciones, tiempo de paradas y tiempos en reparar trimestralmente en el periodo 2017.

TABLA 10: INTERVENCIONES EN LAS COMPACTADORAS

	Tiempo programado	Tiempo para reparar	N° de Intervenciones	MTTR	MTBF	Disponibilidad
1 trimestre	480	130	25	5.20	14.00	62.86%
2 trimestre	480	138	32	4.31	10.69	59.65%
3 trimestre	480	150	35	4.29	9.43	54.55%
4 trimestre	480	132	28	4.71	12.43	62.07%
Total	1920	550	120	4.63	11.64	59.78%

TABLA 11: INTERVENCIONES EN LAS CORTADORAS

	Tiempo programado	Tiempo para reparar	N° de Intervenciones	MTTR	MTBF	Disponibilidad
1 trimestre	480	115	19	6.05	19.21	68.49%
2 trimestre	480	129	22	5.86	15.95	63.25%
3 trimestre	480	135	27	5.00	12.78	60.87%
4 trimestre	480	121	22	5.50	16.32	66.30%
Total	1920	500	90	5.60	16.07	64.73%

TABLA 12: INTERVENCIONES EN LOS GENERADORES

	Tiempo programado	Tiempo para reparar	N° de Intervenciones	MTTR	MTBF	Disponibilidad
1 trimestre	360	78	10	7.80	28.20	72.34%
2 trimestre	360	85	12	7.08	22.92	69.09%
3 trimestre	360	100	22	4.55	11.82	61.54%
4 trimestre	360	87	16	5.44	17.06	68.13%
Total	1440	350	60	6.22	20.00	67.78%

TABLA 13: INTERVENCIONES EN LAS MOTOBOMBAS

	Tiempo programado	Tiempo para reparar	N° de Intervenciones	MTTR	MTBF	Disponibilidad
1 trimestre	225	45	6	7.50	30.00	75.00%
2 trimestre	225	30	5	6.00	39.00	84.62%
3 trimestre	225	55	8	6.88	21.25	67.65%
4 trimestre	225	80	11	7.27	13.18	44.83%
Total	900	210	30	6.91	25.86	68.02%

TABLA 14: INTERVENCIONES EN LA COMPRESORA

	Tiempo programado	Tiempo para reparar	N° de Intervenciones	MTTR	MTBF	Disponibilidad
1 trimestre	125	19	2	9.50	53.00	82.08%
2 trimestre	125	24	5	4.80	20.20	76.24%
3 trimestre	125	19	4	4.75	26.50	82.08%
4 trimestre	125	38	9	4.22	9.67	56.32%
Total	500	100	20	5.82	27.34	74.18%

3.1.2.3 Calculamos el tiempo medio entre fallas de compactadoras.

$$MTBF = \frac{\text{N° Horas P-tiempo para reparar}}{\text{N° de intervenciones}} = \frac{1920-500}{120} = 12$$

3.1.2.4 Calculamos tiempo medio para reparar

$$MTTR = \frac{\text{tiempo de paradas}}{\text{N° de intervenciones}} = \frac{500}{120} = 4.16$$

3.1.2.5 Calculo de Disponibilidad Actual

$$D = \frac{\text{Tiempo programado} - \text{tiempo de paradas}}{\text{Tiempo programado}} = \frac{1920 - 500}{1920} * 100 = 64.79$$

Fuente: Propia

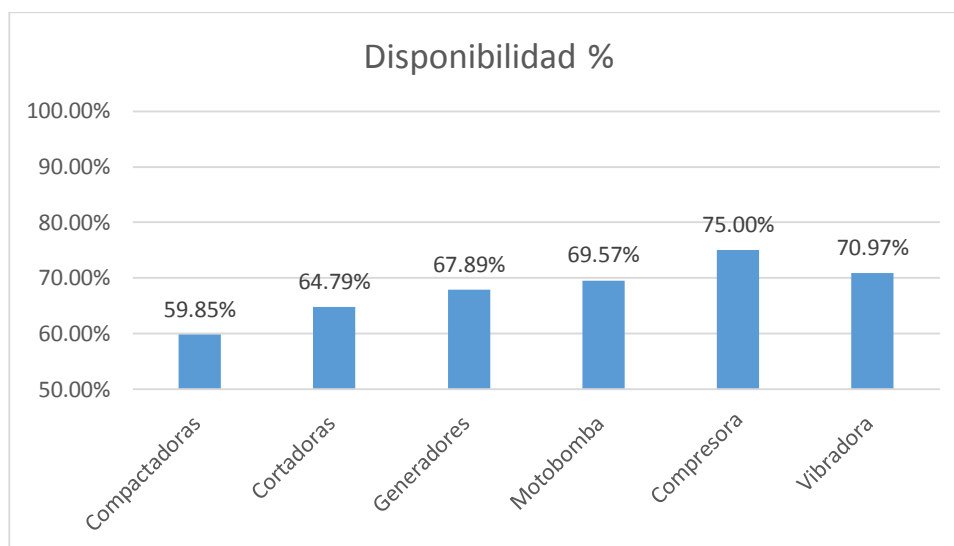


FIGURA 14: DISPONIBILIDAD ACTUAL DE EQUIPOS

De la figura (14) se determinó la disponibilidad de todos los equipos, pero para el caso del estudio se usarán los datos de los equipos con baja disponibilidad como son las compactadoras y cortadoras.

TABLA 15: PONDERACIÓN DISPONIBILIDAD (PRE-TEST)

TABULACIÓN DEL INDICADOR (PRE - TEST)								
Nº	Pregunta	Aprobación Plena	Aprobación Simple	Indecisión o Indiferencia	Desaprobación Simple	Desaprobación Plena	Puntaje total	Puntaje promedio
		AP	AS	NN	DS	DP		
		5	4	3	2	1		
1	¿Conoce el porcentaje de disponibilidad de los equipos?	0	0	0	0	5	5	1
2	¿Cree usted que con la gestión de mantenimiento mejorará la disponibilidad?	0	0	0	1	4	6	1.2

3	¿La carencia de gestión de mantenimiento influye en la disponibilidad?	0	0	0	2	3	7	1.4
4	¿La disponibilidad con la gestión de mantenimiento se encuentra entre 80%-100%?	0	0	0	0	5	5	1
5	¿La disponibilidad con la gestión de mantenimiento se encuentra entre 60%-80%?	0	0	0	0	5	5	1
6	¿La disponibilidad con la gestión de mantenimiento se encuentra entre 40%-60%?	5	0	0	0	0	25	5
7	¿La disponibilidad con la gestión de mantenimiento se encuentra entre 20%-40%?	0	0	0	0	5	5	1
8	¿La disponibilidad con la gestión de mantenimiento se encuentra entre 20%-0%?	0	0	0	0	5	5	1
9	¿Sabe que equipos tienen baja disponibilidad?	0	0	0	1	4	6	1.2
10	¿Solamente las fallas hacen que baje la disponibilidad	0	0	0	0	5	5	1

3.2 Análisis del grado de criticidad de los equipos.

3.2.1 Criterios para determinar la criticidad

TABLA 16: CRITERIOS PARA DETERMINAR ALCRITICIDAD

Criterio para determinar la criticidad	Puntaje
Frecuencia de falla	
Mayor a 40 fallas / año.	4
30-40 fallas / año.	3
25-30 fallas / año.	2
Menor a 25 fallas / año.	1
Uso anual de equipos	
Menor a 1920 horas/año	4

1920-1800 horas/año	3
1800-1700 horas/año	2
Mayor a 1700 horas/año	1
Consumo de combustible litros/año	
Mayor 1720 Mayor litros/año	4
1700-1720 litros/año	3
1680-1700 litros/año	2
Menor 1680 litros/año	1
Tiempo promedio para reparar	
Mayores a 20 horas	4
20-15 horas	3
15-10 horas	2
Menores a 10 horas	1
Impacto Operacional	
Parada inmediata del proyecto	8
Parada de un área del proyecto	6
Impacto a niveles de producción de calidad	4
Repercute a costos operacionales adicionales (indisponibilidad)	2
No genera ningún efecto significativo	1

Fuente: propia

Uso del equipo años/hora

$$8 \times 5 \times 4 \times 12 = 1920 \text{ horas/año}$$

Consumo promedio de combustible

$$7 \times 5 \times 4 \times 12 = 1680 \text{ litros/año}$$

Determinamos el tiempo medio para reparación

$$MTTR = 4 \text{ horas} \quad \text{tabla (9)}$$

Determinamos el impacto operacional

$$\text{Parada de un área del proyecto} = 6$$

Calculamos la consecuencia

$$C = UAE \times CC \times MTTR \times IO = 2 \times 2 \times 2 \times 6 = 48$$

Determinamos el valor crítico

$$Cr = Ff \times C = 2 \times 48 = 96$$

Según la matriz de criticidad, las compactadoras tienen nivel crítico

Frecuencia de fallas	1	NC	NC	NC	MC	C
	2	NC	NC	MC	C	C
	3	MC	MC	C	C	C
	4	MC	C	C	C	C
		20	40	60	80	100
		Consecuencia				

Nivel de criticidad

TABLA 17: NIVEL DE CRITICIDAD

Equipo	Criterio							Nivel de criticidad
	Ff	UAE	CC	MTTR	IO	C	Cr	
Compactadoras	2	2	2	2	6	48	96	C
Cortadoras	2	2	2	2	5	40	80	C
Generadores	2	1	3	1	8	24	48	MC
Motobomba	2	2	2	2	2	16	32	NC
Compresora	1	2	3	3	3	54	54	MC
Vibradora	2	2	2	2	2	16	32	NC

Fuente: propia

Según los resultados de la tabla de criticidad se determina que las cortadoras y compactadoras están en un nivel crítico.

3.2.2 Fallas de sistemas en los equipos de mayor criticidad.

TABLA 18: SISTEMAS DE LA COMPACTADORA

Compactadoras			
Item	descripción	intervenciones veces /año	tiempo en reparación
1	Arrancador retráctil	20	62
2	Pisón	10	42
3	carburador	25	75
4	Filtro de aire	13	55
5	Zapatas de embrague	10	45
6	Reten	12	58
7	Balancines	9	40
8	Interruptor de encendido	12	58
9	espiral retráctil	9	40
		120	475

Fuente: Propia


TABLA 19: SISTEMAS DE LAS CORTADORAS

Cortadoras			
Item	descripción	intervenciones veces /año	tiempo en reparación
1	Arrancador retráctil	11	150
2	Disco de corte	7	145
3	carburador	12	158
4	Filtro de aire	11	155
5	Fajas	11	140
6	Reten de eje disco	9	141
7	Balancines	7	140
8	Interruptor de encendido	6	140
9	Arrancador retráctil	11	151
10	Manivela	5	135
		90	1455

Fuente: Propia


3.2.3 Sistemas, funciones y modos de falla de equipos críticos

TABLA 20: FUNCIONES DE SISTEMAS DE COMPACTADORA

		Realizado por: Andrés Rimberty Cáceres Quispe	Fecha: 02/06/18
Equipo: compactadora		Revisado por:	Fecha: 02/06/18
Componente	Función (F)	Modo de falla(MF)	Causa de falla(CF)
Arrancador retráctil	1. Arrancarlo equipos después de tirar la cuerda	A. rotura de cuerda de arranque	Fatiga del material, falta de procedimiento
Pisón	2. Golpear el material suelto hasta que este rígido.	B. desgaste de zapata de pisón	Carga excesiva. Operación deficiente
carburador	3. Realizar la mezcla aire gasolina de forma estequiometrica	C. Ahogamiento del carburador por combustibles	Excede la capacidad de llenado de combustible, grifos abiertos.
Filtro de aire	4. Filtrar las partículas existentes en al aire	D. Filtro de aire mojado con combustible	Inundación de combustible
Zapatas de embrague	5. Transmitir el par del motor y el pisón	E. Recalentamiento de zapatas de embrague	Funcionamiento en bajas rpm, operación deficiente.
Reten	6. Sellar fugas de fluido cuando esté en funcionamiento	F. Fuga de aceite	Fatiga del material, elevada temperatura
Balancines	7. Abren y cierran las válvulas de escape y admisión	G. Cascabeleo de balancines	Holgura fuera de lo normal, calibraciones espontaneas.
Interruptor de encendido	8. Al cambiar la posición indicara el encendido o parada del equipo	H. Continuidad abierta	Mal uso, golpes en transporte.


Arrancador retráctil	9. Da regreso a la salida de la cuerda de arranque	I. Rotura del resorte espiral	Fatiga del material, falta de mantenimiento
----------------------	--	-------------------------------	---

TABLA 21: FUNCIONES DE SISTEMAS DE CORTADORA

		Realizado por: Andrés Rimberty Cáceres Quispe	Fecha:02/06/18
Equipo: cortadora		Revisado por:	Fecha: 02/06/18
Componente	Función (F)	Modo de falla(MF)	Causa de falla(CF)
Arrancador retráctil	10. Arrancarlo equipos después de tirar la cuerda	A. Rotura de cuerda de arranque	Fatiga del material, procedimiento incorrecto.
Disco de corte	11. Cortar asfalto o concreto	B. Dificultad en el corte	Mala selección de disco, recalentamiento de disco.
carburador	12. Realizar la mezcla aire gasolina de forma estequiometrica	C. Ahogamiento del carburador por combustibles	Excede la capacidad de llenado de combustible, grifos abiertos
Filtro de aire	13. Filtrar las partículas sólidas existentes en al aire	D. Filtro de aire mojado con combustible	Inundación de combustible
Fajas	14. Transmitir el par del motor y el eje del disco a través de poleas	E. Patinaje de fajas	Medida incorrecta atascamiento del disco en corte o ajuste incorrecto.
Reten de eje disco	15. Sellar fugas de fluido cuando esté en funcionamiento	F. Fuga de aceite	Fatiga del material, elevada temperatura.

Balancines	16. Abren y cierran las válvulas de escape y admisión	G. Cascabeleo de balancines	Holgura fuera de lo normal, calibraciones espontaneas
Interruptor de encendido	17. Al cambiar la posición indicara el encendido o parada del equipo	H.ontinuidad abierta	Mal uso, golpes en transporte.
Arrancador retráctil	18. Da regreso a la salida de la cuerda de arranque	I. Rotura del resorte espiral	Fatiga del material, falta de mantenimiento
Manivela	19. Subir y bajar el disco de corte	J. Resistencia al giro	Deficiente lubricación, falta de insumo

TABLA 22: FUNCIONES DE SISTEMAS DEL GENERADOR

		Realizado por: Andrés Rimberty Cáceres Quispe	Fecha:02/06/18
Equipo: generador		Revisado por:	Fecha: 02/06/18
Componente	Función (F)	Modo de falla(MF)	Causa de falla(CF)
Arrancador retráctil	20. Arrancar equipos después de tirar la cuerda	A. Rotura de cuerda de arranque	Fatiga del material, procedimiento incorrecto.
Generador eléctrico	21. Generar tensión eléctrica de 220v	B. Carencia de tensión eléctrica	Conexiones sulfatadas, mal funcionamiento del AVR
carburador	22.Realizar la mezcla aire gasolina de forma estequiometrica	C. Ahogamiento del carburador por combustibles	Excede la capacidad de llenado de combustible, grifos abiertos

Filtro de aire	23. Filtrar las partículas sólidas existentes en el aire	D. Filtro de aire mojado con combustible	Inundación de combustible
Carbones	24. Energizar el rotor para generar flujo magnético	E. Tensión eléctrica inestable	Desgaste de carbones, falsos contactos
Reten	25. Sellar fugas de fluido cuando esté en funcionamiento	F. Fuga de aceite	Fatiga del material, elevadas temperaturas.
Balancines	26. Abren y cierran las válvulas de escape y admisión	G. Cascabeleo de balancines	Holgura fuera de lo normal calibraciones espontaneas
Interruptor de encendido	27. Al cambiar la posición indicara el encendido o parada del equipo	H. Continuidad abierta	Mal uso, transporte incorrecto
Arrancador retráctil	28. Da regreso a la salida de la cuerda de arranque	I. Rotura del resorte espiral	Fatiga del material, falta de mantenimiento.
Arrancador	29. Iniciar la marcha del motor	J. Motor no gira cuando se da arranque	Uso incorrecto, conexiones eléctricas defectuosas.
Tomacorriente	30. Dispositivo para conexiones eléctricas	K. Conexión abierta	Falsos contactos, conexiones improvisadas.

Fuente: Propia

3.2.4 Análisis del modo y efecto de falla.

En esta técnica usaran las fallas para determinar su prioridad y según los resultados se realizaran recomendaciones de actividades que serán parte de la gestión de mantenimiento de esta manera se cambiara las horas de parada y las intervenciones del nuevo plan de mantenimiento.

TABLA 23: AMEF PARA LA COMPACTADORA

A.M.E.F. de: Proceso		ANÁLISIS DEL MODO Y EFECTO DE FALLA								Gerencia ing. Procesos		Ingeniero:				
Proveedor(es) Afectado(s)		A.M.E.F. N° 001				Fecha de junta revisión:				Departamento procesos 1		Fecha:				
		Descripción	Equipo: Compactadora			Serie:										
						Marca:		Departamentos involucrados: Inspección MTTO		Hoja 1 de 1						
Descripción	Función de la parte	Modo	Efecto	Causa	Realidad presente					Acciones recomendadas	Responsable	Evaluación de mejoras				
					Acciones actuales ocurren	Ocurrencia	Severidad	Detección	NPR			Acciones adoptadas	Ocurrencia	Severidad	Detección	NPR
Arrancador retráctil	1. Arrancarlo equipos después de tirar la cuerda	A. rotura de cuerda de arranque	Sin poder encender	fatiga	Reemplazar la driza	8	9	3	216	Inspección de estado, y cambiar	Téc. Mecánico	Se aplica la recomendación	5	6	3	90
Pisón	2. Golpear el material suelto hasta que este rígido.	B. desgaste de zapata de pisón	Desgaste de base de neopreno	Abrasión	Cambia zapata de pisón	9	5	3	135	Mejorar modo de operación y material reforzado y tener en stock.	Técnico Mecánico	Se aplica la recomendación	6	4	3	72
carburador	3. Realizar la mezcla aire gasolina de forma estequiometrica	C. Ahogamiento del carburador por combustibles	Motor inestable en funcionamiento	Inundación	Limpieza del carburador	9	6	8	432	Limpieza y verificación de estado	Técnico Mecánico	Se aplica la recomendación	6	5	5	150
Filtro de aire	4. Filtrar las partículas existentes en al aire	D. Filtro de aire mojado con combustible	Dificultad de del encendido	colmatación	Cambio de filtro de aire secundario	7	5	9	315	Inspección de estado o cambiar	Técnico Mecánico	Se aplica la recomendación	6	4	7	168

Zapatas de embrague	5. Transmitir el par del motor y el pisón	E. Recalentamiento de zapatas de embrague	Recalentamiento de tambor de embrague	Baja rpm	Cambio de zapatas de embrague	8	3	8	192	Inspección y medición de desgaste	Técnico Mecánico	Se aplica la recomendación	7	2	6	84
Reten	6. Sellar fugas de fluido cuando esté en funcionamiento	F. Fuga de aceite	Perdida de lubricante	Desgaste, Fatiga, contaminación	Cambiar reten	8	9	5	360	Inspección y desarmado	Técnico Mecánico	Se aplica la recomendación	5	4	4	80
Balancines	7. Abren y cierran las válvulas de escape y admisión	G. Cascabeleo de balancines	Ruidos anómalos	desgaste	Calibra balancines	4	3	7	84	Establecer el tiempo para calibraciones	Técnico Mecánico	Se aplica la recomendación	4	3	6	72
Interruptor de encendido	8. Al cambiar la posición indicara el encendido o parada del equipo	H. Continuidad abierta	Dificultad para detener el equipo	Golpes manipulación	Reemplaza	6	3	4	72	Mejorar el traslado de equipos	Técnico Mecánico	Se aplica la recomendación	5	3	4	60
Arrancador retráctil	9. Da regreso a la salida de la cuerda de arranque	I. Rotura del resorte espiral	Cuerda de arranque queda expuesta	Fatiga	Acondicionaba	7	5	3	105	Reemplazar	Técnico Mecánico	Se aplica la recomendación	6	4	3	72
Probabilidad de ocurrencia de falla: Altamente imposible = 1 Muy baja probabilidad =2-3 Probabilidad media =4-6 Alta probabilidad =7-8 Muy Alta probabilidad =9-10		Rangos de severidad de la falla: Muy baja severidad =1 Severidad baja=2-3 Severidad promedio =4-6 Severidad alta =7-8 Muy alta severidad =9-10			Probabilidad de detección de la falla: Alta probabilidad =1 Probabilidad medianamente alta = 2-5 Probabilidad media =6-8 Muy baja probabilidad =9 Altamente improbable =10				Bajo riesgo = 1-134 No existe riesgo = 0 NPR>200(falla intolerable) 100<NPR<200(Falla reducible a deseable) NPR<100(Falla aceptable)			Ocurrencia-) causa severidad-)efecto Detección-) modo				

Fuente: Propia

TABLA 24: ANLISIS DEL MODO Y EFECTO DE FALLA

A.M.E.F. de: Proceso		ANÁLISIS DEL MODO Y EFECTO DE FALLA								Gerencia ing. Procesos		Ingeniero:				
Proveedor(es) Afectado(s)		A.M.E.F. N° 001				Fecha de revisión:				Área :		Fecha:				
		Descripción	Equipo: Cortadora			Serie:										
							Marca:	Departamentos involucrados: Inspección MTTO		Hoja 1						
Descripción	Función de la parte	Modo	Efecto	Causa	Realidad presente					Intervenciones recomendadas	Responsable	Evaluación de mejoras				
					Acciones actuales ocurren	Ocurrencia	Severidad	Detección	NPR			Acciones adoptadas	Ocurrencia	Severidad	Detección	NPR
Arrancador retráctil	10. Arrancarlo equipos después de tirar la cuerda	A. Rotura de cuerda de arranque	Sin poder encender	Fatiga, desgaste	Cambio de cuerda	8	9	4	288	Limpieza del arrancador retráctil	Técnico Mecánico	Se aplica la recomendación	5	7	3	105
Disco de corte	11. Cortar asfalto o concreto	B. Dificultad en el corte	Patinaje de las fajas	Desgaste	Cambio de disco de corte	9	6	5	270	Estandarizar tipo de disco, stock	Técnico Mecánico	Se aplica la recomendación	6	6	3	108
carburador	12. Realizar la mezcla aire gasolina de forma Estequiométrica	C. Ahogamiento del carburador por combustibles	Motor inestable en funcionamiento	Inundación de combustible	Limpieza del carburador	8	5	7	280	Capacitación de pre uso para operadores	Técnico Mecánico	Se aplica la recomendación	7	4	5	140
Filtro de aire	13. Filtrar las partículas sólidas existentes en al aire	D. Filtro de aire mojado con combustible	Dificultad de del encendido	colmatación	Cambio de filtro	5	4	5	100	Inspección de filtro de aire secundario cada mantenimiento	Técnico Mecánico	Se aplica la recomendación	4	5	3	60

Fajas	14. Transmitir el par del motor y el eje del disco a través de poleas	E. Patinaje de fajas	Falta de fuerza en corte	Recalentamiento	Reemplaza las fajas	9	6	2	108	Cambiar fajas de mejor calidad d	Técnico Mecánico	Se aplica la recomendación	8	4	2	64
Reten de eje disco	15. Sellar fugas de fluido cuando esté en funcionamiento	F. Fuga de aceite	Perdida de lubricante	Desgaste, Fatiga, contaminación	Cambia el retén fallido	6	3	5	90	Usar repuestos originales	Técnico Mecánico	Se aplica la recomendación	5	2	5	50
Balancines	16. Abren y cierran las válvulas de escape y admisión	G. Cascabeleo de balancines	Ruidos anómalos	desgaste	Calibra balancines	5	5	7	175	Establecer el tiempo para calibraciones	Técnico Mecánico	Se aplica la recomendación	5	2	5	50
Interruptor de encendido	17. Al cambiar la posición indicara el encendido o parada del equipo	H. Continuidad abierta	Dificultad para detener el equipo	Golpes manipulación	Cambio	6	3	4	72	Mejorar el traslado de equipos	Técnico Mecánico	Se aplica la recomendación	5	3	4	60
Arrancador retráctil	18. Da regreso a la salida de la cuerda de arranque	I. Rotura del resorte espiral	Cuerda de arranque queda expuesta	Fatiga	Acondicionaba	7	5	3	105	Reemplazar	Técnico Mecánico	Se aplica la recomendación	6	4	3	72
Manivela	19. Subir y bajar el disco de corte	J. Resistencia al giro	Maniobrabilidad del equipo	Desgaste	Limpieza	4	5	2	80	Plan de mantenimiento	Técnico Mecánico	Se aplica la recomendación	4	3	2	24

Probabilidad de ocurrencia de falla: Altamente imposible = 1 Muy baja probabilidad =2-3 Probabilidad media =4-6 Alta probabilidad =7-8 Muy Alta probabilidad =9-10	Rangos de severidad de la falla: Muy baja severidad =1 Severidad baja=2-3 Severidad promedio =4-6 Severidad alta =7-8 Muy alta severidad =9-10	Probabilidad de detección de la falla: Alta probabilidad =1 Probabilidad medianamente alta = 2-5 Probabilidad media =6-8 Muy baja probabilidad =9 Altamente improbable =10	Bajo riesgo de falla = 1-134 No existe riesgo = 0 NPR>200(falla intolerable) 100<NPR<200(Falla reducible a deseable) NPR<100Falla aceptable)	Ocurrencia-) causa severidad-)efecto Detección-) modo
---	---	---	--	---

Fuente: Propia

3.2.5 Resultados de AMEF

Del análisis de todas las fallas aplicando la técnica AMEF se resume:

Tabla 25: Resultados Del AMEF

Nivel de falla	Compactadoras	Cortadoras
Fallas intolerables	4	3
Fallas reducibles a deseables	3	4
Aceptables	2	3
	9	10

Fuente: Propia

3.3 Diseño de gestión de mantenimiento

De lo inspeccionado y conformidad de la baja disponibilidad de los equipos como propuesta en mantenimiento se generara un plan y gestión.

Este plan se cumplirá mediante estas condiciones el cual permitirá cambiar la forma de cómo se llevara el mantenimiento en los equipos electromecánicos de la empresa.

3.3.1 Inventario general de los equipos:

Identificaremos todos los equipos que tiene el proyecto, del cual determinaremos algunas particularidades. Tabla (6)

3.4.2 Aplicación de los principios básicos:

Se identificara la necesidad del mantenimiento en contexto operacional.

3.3.3 Trazabilidad y formatos de control:

La implementación de formatos facilitara la revisión de actividades cumplidas en relación a los trabajos de correctivos y preventivos y el visto bueno de los interesados.

Check list: control diario realizado por los operadores para certificar la existencia de fallas y el buen estado del equipo.

Orden de trabajo: escrita por parte de los frentes de operación por fallas detectadas o mantenimientos programados.

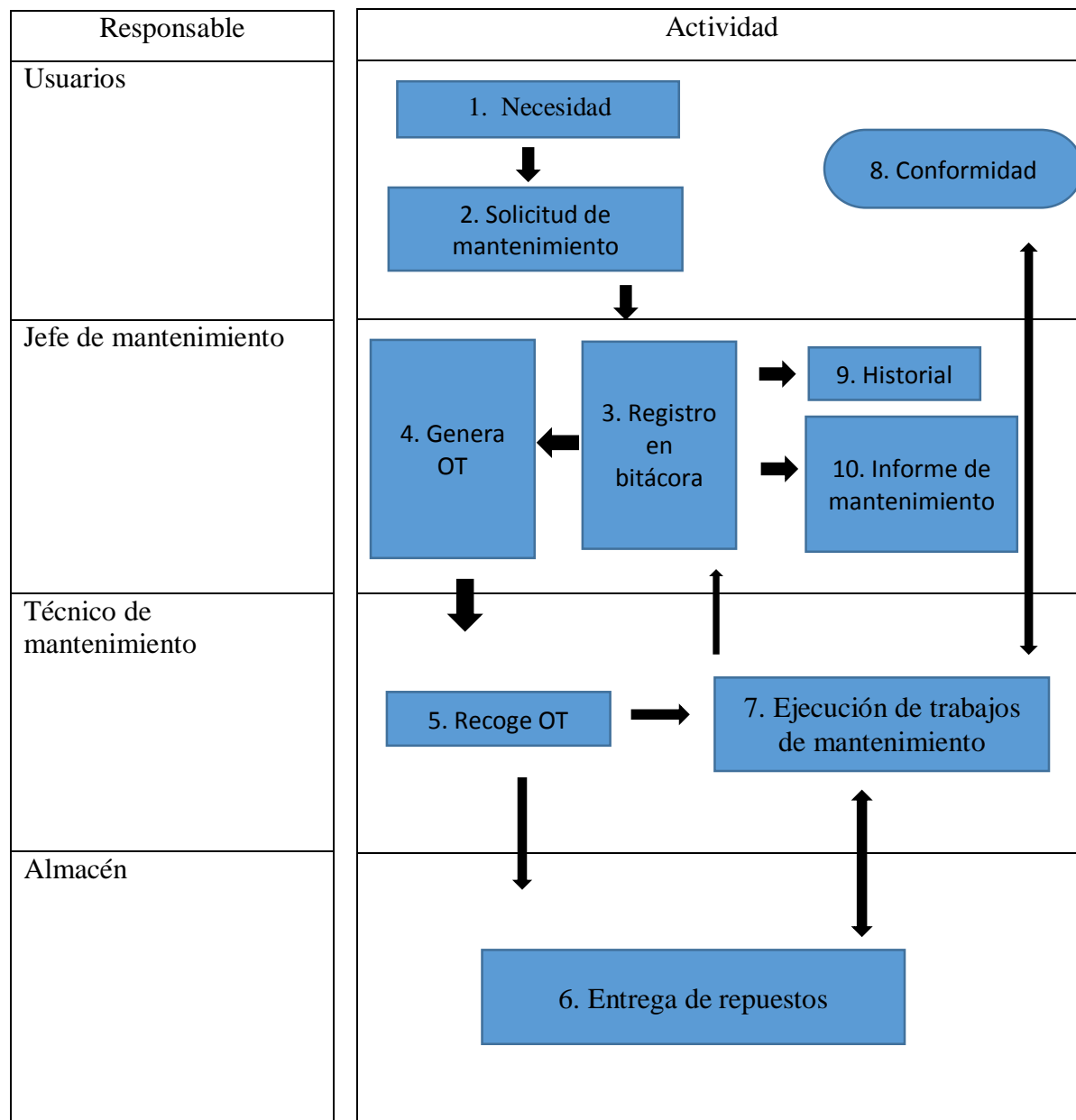


FIGURA 15: MOVIMIENTO DE FORMANTOS DE MANTENIMIENTO

Tabla 26: secuencia y actividades

Secuencia	Actividad
1	El usuario requiere intervención por mantenimiento, elabora su solicitud de mantenimiento.
2	Describe su necesidad de mantenimiento.
3	El jefe de mantenimiento registra el tipo de mantenimiento.
4	El jefe de mantenimiento abre o la OT. Asignado al personal.
5	El técnico recibe la OT y procede con la actividad.
6	Entrega de repuesto según requerimiento en la OT.
7	El técnico Ejecuta el trabajo de la OT.
8	El técnico pide la firma de conformidad de trabajo realizado.
9	El jefe de mantenimiento registra en el historial.
10	El jefe de mantenimiento elabora un informe de mantenimiento.

Fuente: Propia

Relación de formatos

Código Nombre

F-0 Solicitud de mantenimiento

F-1 Orden de trabajo

F-2 Bitácora de mantenimiento

F-3 Vale de almacén

F-4 Informe mensual de mantenimiento

F-5 Historial de equipos

TABLA 27: SOLICITUD DE MANTENIMIENTO

SOLICITUD DE MANTENIMIENTO		F-0	
Equipo		Fecha:	
Código		Lugar	
Descripción del mantenimiento			
..... Nombre y firma quien solicita	 Nombre firma quien recibe	

Fuente: Propia

	Check list	Revisión:01
		Página:1 de 1
		Fecha:10/06/18

Área:	
Equipo:	
Serie:	
Código:	

Fecha:	
Lugar:	

Inspección visual **Bueno (B)** **Malo (M)** **NO Aplica (NA)**

Ítem	Elementos a inspeccionar	Estándar			Observaciones
		B	M	NA	
1	Zapata				
2	Fuelle				
3	Tapa de combustible				
4	Tapa de filtro de aire				
5	Guarda inferior				
6	Guarda filtro de aire				
7	Filtro de gasolina				
8	Soportes				
9	Silenciador				
10	Arrancador retráctil				
11	Aceite del motor				
12	Aceite del pistón				
13	Embrague				
14	Cable de acelerador				
15	Llave de combustible				
16	Medidor de nivel de aceite				
17	Tapón de drenaje pistón				
18	Filtro de aire primario				
19	Cables de encendido				
20	Mangueras de combustible				
21	Neopreno				
22	Manguera de admisión				
23	Fajas				
24	Disco de corte				
25	Llaves para disco				
26	Llaves pase de agua				
27	Guarda para fajas				
30	Guarda para el disco				
31	Manguera para agua				

Operador

Técnico

Orden de trabajo

Formato elaborado por el encargado de mantenimiento, con la información de los chek list reportados por los operadores. Es este formato en con cual se solicita el mantenimiento.

		ORDEN DE TRABAJO		N°
Área:		Solicita:		
Equipo:		Fecha:		
Serie:		Hora:		
Código:		Tecnico:		
Tipo de mantenimiento				
Preventivo		Correctivo		
Trabajo solicitado				
Trabajo realizado				
Repuestos utilizados				
Observaciones				
..... Operador	 Técnico		

3.3.4 Elaboración de tabla de mantenimiento e intervenciones:

Una vez identificado los sistemas y controlarlos, es necesario el plan operativo que incluye programar las intervenciones de las actividades a realizarse. Este plan incluirá las actividades que indica el fabricante.

Actividades de mantenimiento

Al implementar en plan de mantenimiento no se busca que haya cero tiempos de paradas por mantenimientos, sino minimizar estas paradas y que mayormente sean programadas.

Mientras se realicen más actividades preventivas que son programados y coordinados, se reducirán los mantenimientos correctivos que afectan directamente a la operación.

Plan de mantenimiento programado para compactadoras

TABLA 32: PLAN DE MANTENIMIENTO

compactadora						Frecuencia en horas									
item	actividad	Tiempo Hr./Act.	Tiempo total Hr./tri	Tipo	Especialista	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500
1	cambio aceite de motor	1.5	15	preventivo	Téc. Mec.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	cambio aceite piston	1.5	4.5	preventivo	Téc. Mec.			1			1			1	
3	Arrancador retráctil	1.3	3.9	preventivo	Téc. Mec.			1			1			1	
4	Pisón	1.5	4.5	preventivo	Téc. Mec.			1			1			1	
5	carburador	2	6	preventivo	Téc. Mec.			1			1			1	
6	Filtro de aire	1.18	5.9	preventivo	Téc. Mec.		1		1		1		1		1
7	Zapatillas de embrague	2	6	preventivo	Téc. Mec.			1			1			1	
8	Reten	2.2	6.6	preventivo	Téc. Mec.			1			1			1	
9	Balancines	2	4	preventivo	Téc. Mec.				1				1		
10	Interruptor de encendido	1.3	3.9	preventivo	Téc. Mec.			1			1			1	
11	Arrancador retráctil	1	5	preventivo	Téc. Mec.		1		1		1		1		1

Fuente: Propia

Plan de mantenimiento programado para Cortadora

TABLA 33: PLAN DE MAMTENIMIENTO

ítem	Actividad	Tiempo Hr./Act.	Tiempo total Hr./tri	Tipo	Especialista	Frecuencia en horas									
						50	100	150	200	250	300	350	400	450	500
1	Cambio de aceite de motor	1	10	preventivo	Téc. Mecánico	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
2	Cambio de aceite eje disco	1	3	preventivo	Téc. Mecánico			X			X			X	
3	Arrancador retráctil	1.2	3.6	preventivo	Téc. Mecánico			X			X			X	
4	Disco de corte	1	3	preventivo	Téc. Mecánico			X			X			X	
5	Carburador	1	3	preventivo	Téc. Mecánico			X			X			X	
6	Filtro de aire	1	3	preventivo	Téc. Mecánico			X			X			X	
7	Fajas	1	3	preventivo	Téc. Mecánico			X			X			X	
8	Reten de eje disco	0.5	1.5	preventivo	Téc. Mecánico			X			X			X	
9	Balancines	2	4	preventivo	Téc. Mecánico				X				X		
10	Interruptor de encendido	1	3	preventivo	Téc. Mecánico			X			X			X	
11	Arrancador retráctil	1	5	preventivo	Téc. Mecánico		X		X		X		X		X
12	Manivela	0.6	3	preventivo	Téc. Mecánico		X		X		X		X		X

Fuente: Propia

Hojas d verificación (Check List)

Las inspecciones de los check list se tiene que convertir en un hábito para que se asegure la correcta operación de los equipos.

La formalización para el uso de check list ,tomara una nueva cultura para la revisión de estado de los equipos e iniciativa para mejorar el pre uso de equipos.

Conformada por los siguientes puntos.

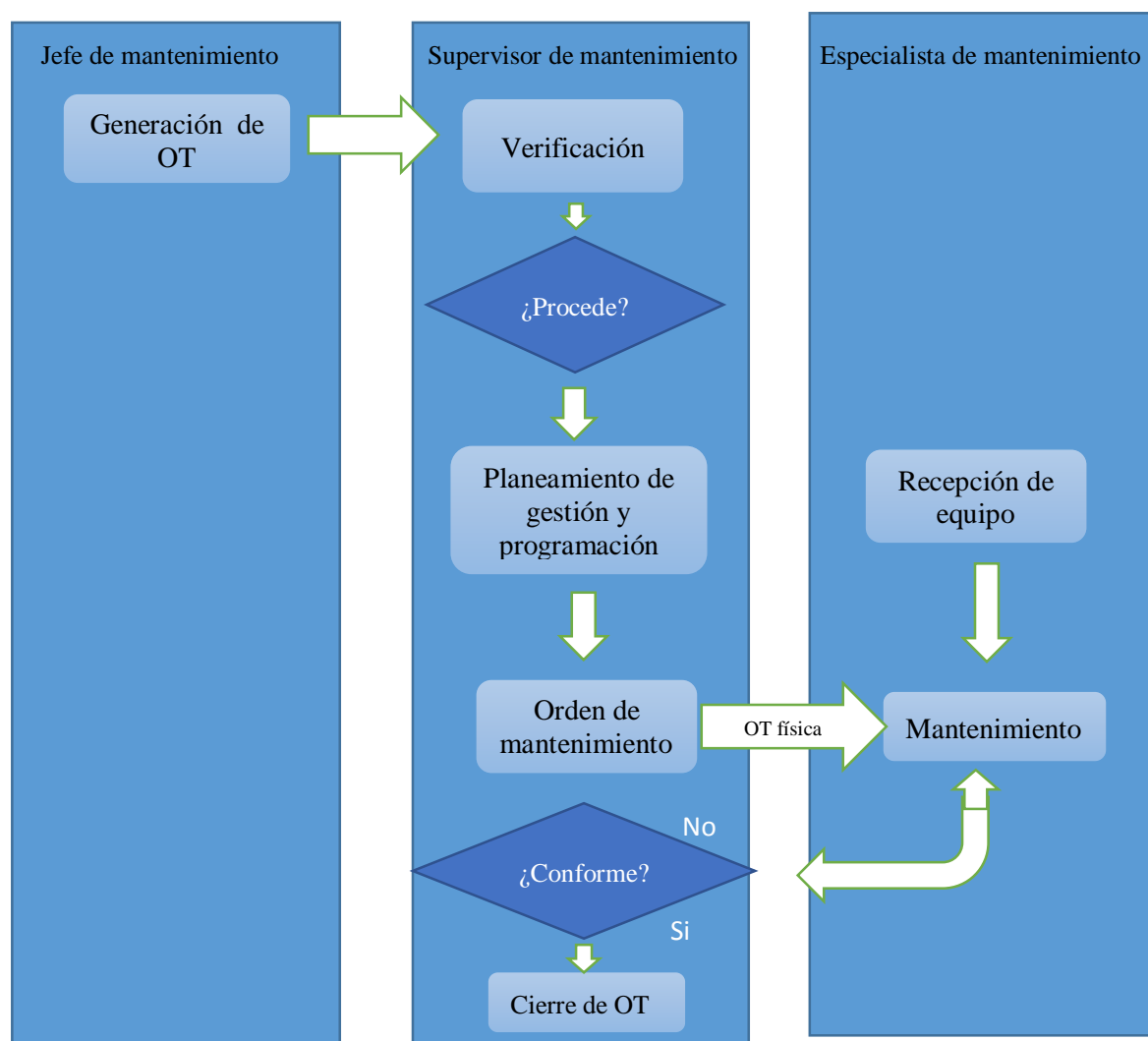
- Información:
- Código interno
- Serie o Vin
- Placa
- Área
- Fecha
- Lugar

Puntos a revisar.

Dentro del check list están los puntos críticos, se debe enseñar a los operadores que ellos son principales en detectar fallas de los equipos que serán enviadas al área de mantenimiento para su diagnóstico y puesta en marcha .

Flujo grama de las OT para el inicio y termino reportados por el área de operaciones

Diagrama de flujo



Fuente: Autor

3.3.5 Especificaciones técnicas

VIBRO APISONADOR WEBER SRV-660

Alta eficiencia en el filtrado de aire al tener dos tipos de filtro primario y secundario con dos modos de velocidades para tener una mejor operación, también lleva dos filtros para gasolina mayor rendimiento cuando se entrega el par y suave en trabajos menores.



DATOS TÉCNICOS

Marca	: WEBER
Tipo	: SRV660
Fabricado en	: Alemania
tipo de zapata	: Opciones: 1)220 mm 2) 280 mm
Peso	: 75 Kg.
Golpes /min	: 670 golpes/min
Fuerza de impacto	: 16.4 KN/golpe

Motor

Modelo	: Subaru /EH12-2- F.JAPÓN
Energía	: 4 Hp
Ciclos	: 4 - Gasolina 90 Oct.
Modo de encendido	: Manual (Retráctil)
RPM	: 3,600 rpm
Rendimiento	: 0.9 lt. /h

Especificaciones técnicas: Cortadora



DISCO	16" y18"	
Fondo de corte	7"	
MOTOR	MODELO	GX390
	TIPO	04 ciclos
	POTENCIA	13.0 HP
	Mono cilíndrico	
	RPM	360
PESO NETO/BRUTO 105 / 130 Kg.		

Especificaciones técnicas: Generador

MODELO	EX 40
TIPO	Transmision de cadena
BORE STROKE (mm)	89 x 65
Desplazamiento (cc)	404
HP/ rpm	14 / 4000
Tipo de lubricacion	Inmersion de la cadena
Capacidad de aceite(cc)	1200
Capacidad de combustible (L)	7
Peso en seco (Kg)	33



Corriente alterna máxima	: 7.3 kW
Corriente alterna nominal	: 6.7 kW
Voltaje	: 240V,
Tanque para combustible	: 8 gal / 30.28 lt.
trabajo seguido	: 7.5 h
Decibeles en operación	: 76 dB
Potencia máxima	: 14 HP
Tipo de arranque	: Arrancador eléctrico y manual
Combustible	:Gasolina

Fuente: Subaru

3.3.6 Repuestos e insumos

Ítem	Descripción	cantidad	Unidad
1	Porta filtro de aire	10	Und.
2	Interruptor de encendido	5	Und.
3	Filtro de aire primario	12	Und.
4	Filtro de aire secundario	12	Und.
5	Zapatas de embrague	16	Und.
6	Baquelitas par embrague	32	Und.
7	Resortes para embrague	30	Und.
8	Carburadores	8	Und.
9	Bujía	8	Und.
10	Reten par eje dentado	10	Und.
11	Reten para eje disco	15	Und.
12	Reten de cigüeñal posterior	10	Und.
13	Reten de cigüeñal frontal	10	Und.
14	Resorte en espiral	5	Und.
15	Llave de paso 3/8	4	Und.
16	Bobina	3	Und.
17	Rueda de 10 pulgadas	6	Und.
18	Rueda de 6 pulgadas	8	Und.
19	Rodajes para eje disco	12	Und.
20	Empaquetaduras par admisión	30	Und.
21	Pistón	2	Und.
22	Juego de anillos para motor	5	Und.
23	Manguera de combustible 1/4	5	Mts.
24	Tomacorrientes industriales	2	Und.
25	Enchufes industriales	3	Und.
26	Pernos de zapatas 1/2x41/2	50	Und.
27	Filtro de combustible	5	Und.
28	Fajas A-34	12	Und.
29	Pernos	20	Und

Fuente: Autor

Insumos

Ítem	Descripción	Cantidad	Unidad
1	Aceite 20w50	208	litros
2	Grasa Ep2 Multiuso	20	kilos
3	Lija al agua	2	Und.
4	Limpia carburador	2	Und.
5	WD-40	1	Und.
6	wypall	1	Und.
7	Cinta aislante	1	Und.
8	Cinta teflón	1	Und.

Fuente: Autor

3.3.7 Herramientas y equipos

Ítem	Descripción	Marca	Cantidad	Unidad
1	Llave mixta 24	Stanley	1	Und.
2	Llave mixta 19	Stanley	1	Und.
3	Llave mixta 17	Stanley	1	Und.
4	Llave mixta 14	Stanley	1	Und.
5	Llave mixta 13	Stanley	1	Und.
6	Llave mixta 12	Stanley	1	Und.
7	Llave mixta 11	Stanley	1	Und.
8	Llave mixta 10	Stanley	1	Und.
9	Llave mixta 9	Stanley	1	Und.
10	Llave mixta 8	Stanley	1	Und.
11	Llave mixta 7	Stanley	1	Und.
12	Dado 24	Stanley	1	Und.
13	Dado 19	Stanley	1	Und.
14	Dado 14	Stanley	1	Und.
15	Dado 13	Stanley	1	Und.
16	Dado 12	Stanley	1	Und.
17	Dado 11	Stanley	1	Und.
18	Dado 10	Stanley	1	Und.
19	Palanca articulada de 1/2	Stanley	1	Und.
20	Rachet ½	Stanley	1	Und.
21	Acople de corto 1/2	Stanley	1	Und.
22	Martillo mecánico	Stanley	1	Und.
23	Alicate mecánico	Stanley	1	Mts.
24	Destornillador plano	Stanley	1	Und.
25	Destornillador estrella	Stanley	1	Und.
26	Allen 8	Stanley	1	Und.
27	Allen 6	Stanley	1	Und.
28	Allen 5	Stanley	1	Und.
29	Allen 4	Stanley	1	Und.
30	Vernier	Stanley	1	Und.
31	Dado de bujías	Stanley	1	Und.
32	Alicate de puntas	Stanley	1	Und.
33	Pinza para seguros	Stanley	1	Und.
34	Multímetro	Truper	1	Und.
35	Arco de sierra	Stanley	1	Und.
36	Tool box	Stanley	1	Und.

3.3.8 Requerimiento para oficina de mantenimiento

Ítem	Descripción	Cantidad	Observaciones
1	Escritorio	1	
2	Silla	1	
3	Computadora	1	Con paquete office
4	Impresora	1	Con capacidad de impresión de A5
5	Materiales de oficina	varios	Perforadora, engrapadora, archivadores, pizarra acrílica
6	Insumos de oficina	Varios	Papel bond A4 y A5, grapas, plumones acrílicos.
7	Artículos de limpieza	Varios	Escobillón, recogedor, traperos...

3.4 Propuesta de indicadores

3.4.1 Gestión de mantenimiento

3.4.1.1. Cumplimiento de Plan de Mantenimiento Programado:

Este indicador nos permitirá saber cuánto del mantenimiento programado por el AMEF se está cumpliendo trimestralmente.

3.4.1.1.1 Cálculo del indicador

Para el cálculo de este indicador, se considera el número de acciones programas trimestralmente en el plan de mantenimiento aplicando (AMEF) y el total de órdenes ejecutadas.

3.4.1.1.2. Formato para recaudar información

La información para las intervenciones programas de mantenimiento se registran en el Plan de Mantenimiento (OPM) y el número de órdenes ejecutadas serán registrados del formato de órdenes de trabajo ejecutadas (OTE)

3.4.1.1.3. Fórmula Matemática

$$CMP = \frac{OTE}{OPM} \%$$

Donde:

CMP: Cumplimiento de mantenimientos programados

OTE: Ordenes de trabajo ejecutado.

OPM: Ordenes mantenimiento programado

3.4.1.1.4. Meta

La meta de este indicador es obtener resultados que nos lleven al 100% de cumplimiento de las ordenes de mantenimiento, así estaríamos cumpliendo con el propósito del sistema de gestión de mantenimiento.

3.4.1.1.5. Dirección

Maximizar

3.4.1.1.6. Cálculo del indicador mediante el proceso actual:

La Población está conformada por 5 personas que trabajan en la empresa

TABLA 34: POBLACION DEL PERSONAL

Personal	Cantidad
Administrador	01
Supervisor	01
Técnicos	03
N (Población)	05

Puesto que $N \leq 80$ ($05 \leq 80$) por lo tanto $n = N$, es decir:
 $n = 5$ personas

A continuación se muestran los rangos para el nivel de aprobación que se utilizarán para analizar las encuestas:

TABLA 35: PESOS PARA LOS NIVELES DE APROBACION

Rango	Nivel de Aprobación	Peso
AP	Aprobación plena	5
AS	Aprobación simple	4
NN	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	3
DS	Desaprobación simple	2
DP	Desaprobación plena	1

Fuente: Propia

3.4.1.1.7. Cálculo del indicador luego de la propuesta

En la tabla (36) se muestran los resultados de la encuesta aplicada al personal para conocer la ponderación del presente indicador mediante un análisis posterior a la implementación del sistema de Gestión de mantenimiento. Es importante señalar que se aplicó la misma encuesta del paso anterior, sin embargo se obtuvieron resultados distintos debido a que se implementó el plan de mantenimiento programado e AMEF influyente en la opinión de los encuestados.

TABLA 36: PONDERACION DEL CUMPLIMIENTO DEL MANTENIMIENTO PROGRAMADO (POST TEST)

TABULACIÓN DEL INDICADOR (POST - TEST)								
Nº	Pregunta	Conformidad Plena	Conformidad Simple	Indecisión	Reprobación Simple	Reprobación Plena	Puntaje total	Puntaje promedio
		AP	AS	DI	DS	DP		
		5	4	3	2	1		
1	¿Existe Gestión de mantenimiento programado en base al análisis modo efecto-falla?	4	1	0	0	0	24	4.8
2	¿Los mantenimientos programados se cumplen de manera satisfactoria?	4	1	0	0	0	24	4.8
3	¿Está de acuerdo con la forma de cómo se hacen los mantenimientos programado?	4	1	0	0	0	24	4.8
4	¿Las órdenes de mantenimiento, según el programa de mantenimiento son entre 80 y 60 durante el trimestre?	1	4	0	0	0	19	3.8
5	¿Las órdenes de mantenimiento, según el programa de mantenimiento son entre 60 y 40 durante el trimestre?	0	0	3	2	0	13	2.6
6	¿Las órdenes de mantenimiento, según el programa de mantenimiento son entre 40 y	0	0	0	0	5	5	1

	20 durante el trimestre?							
7	¿Las órdenes de mantenimiento, según el programa de mantenimiento son mayores o igual a 20 en el trimestre?	0	0	0	0	5	5	1
8	¿Califique la gestión de mantenimiento?	0	4	1	0	0	17	3.4
9	¿Conoce las frecuencias de mantenimiento?	0	3	2	0	0	18	3.6
10	¿Los mantenimientos se realizan con algún formato?	3	2	0	0	0	23	4.6

Fuente: Propia

Contrastación de resultados en las pruebas Pre y Post Test:

TABLA 37: CONTRASTACION PRE TEST-POST TEST PARA EL INDICADOR CUMPLIMIENTO DE MANTENIMIENTO

Contrastación Pre test y Post Test				
Pregunta	PRE-TEST	POST-TEST	Di	Di2
	CPMPa	CPMPd		
1	1	4.8	-3.8	14.44
2	1	4.8	-3.8	14.44
3	1	4.8	-3.8	14.44
4	1	3.8	-2.8	7.84
5	1	2.6	-1.6	2.56
6	1	1	0	0
7	5	1	4	16
8	1	3.4	-2.4	5.76
9	1	3.6	-2.6	6.76
10	1	4.6	-3.6	12.96
Total	14	34.4	-20.4	95.2

Fuente: Propia

- Cálculo de promedios del plan de mantenimiento programado actual y propuesto
- Con el Sistema Actual:

$$CM = \frac{\sum_{i=1}^n CPMPi}{n} = \frac{\sum_{i=1}^7 CPMPi}{10} = \frac{14}{10} = 1.4$$

- Con el Sistema Propuesto:

$$CPMP = \frac{\sum_{i=1}^n CPMPi}{n} = \frac{\sum_{i=1}^7 CPMPi}{10} = \frac{34.4}{10} = 3.44$$

3.4.1.1.8 Prueba de la hipótesis

- a) Definición de variables

CPMPa: Cumplimiento del plan de mantenimiento programado antes de implementar AMEF.

CPMPd: cumplimiento del plan de mantenimiento programado después de implementar AMEF

- b) Hipótesis estadísticas

Hipótesis H_0 : El cumplimiento del procedimiento de mantenimiento programado basado en AMEF antes de implementar *es mayor* o igual al cumplimiento de procedimiento de mantenimiento programado Basado en AMEF después de implementar.

$$H_0: CPMPa - CPMPd \geq 0$$

Hipótesis H_a : El cumplimiento del procedimiento de mantenimiento programado basado en AMEF antes de implementar *es menor* o igual al cumplimiento de procedimiento de mantenimiento programado Basado en AMEF después de implementar.

$$H_a: \text{CPMPa} - \text{CPMPd} < 0$$

c) Nivel de significancia

El nivel de significancia (α) escogido para la prueba de la hipótesis es del 5%. Siendo $\alpha = 0.05$ (nivel de significancia) y $n - 1 = 10 - 1 = 9$ grados de libertad, se tiene el valor crítico de T de Student (Ver tabla T Student en el Anexo 3):

$$\text{Valor Crítico: } t_{(1-\alpha)(n-1)} = t_{(1-0.05)(10-1)} = \pm 1.833$$

Como $\alpha = 0.05$ y $n - 1 = 10 - 1 = 9$ grados de libertad, la región de rechazo consiste en aquellos valores de t menores que $-t_{0.05} = \pm 1.833$

d) Resultados de la hipótesis estadística

Diferencia promedio:

$$D = \frac{\sum_{i=1}^n Di}{n} = \frac{\sum_{i=1}^7 Di}{10} = \frac{-20.4}{10} = -2.04$$

Desviación estándar:

$$S_d^2 = \frac{n \sum_{i=1}^n Di^2 - (\sum_{i=1}^n Di)^2}{n(n-1)} = \frac{(10)(95.2) - (-20.4)^2}{10(10-1)} = 5.95$$

Cálculo de T:

$$t_c = \frac{D\sqrt{n}}{\sqrt{S_d}} = \frac{(-2.04)(\sqrt{10})}{\sqrt{5.95}} = -2.64$$

Conclusión:

Puesto que: $t_c = -2.64$ (t calculado) $< t_\alpha = \pm 1.833$ (tabular), estando este valor dentro de la región de rechazo, se concluye que $\text{NSPA} - \text{NSPP} < 0$, se rechaza H_0 y H_a es aceptada, por lo tanto se prueba la validez de la hipótesis con un nivel de error de 5% ($\alpha = 0.05$).

En la siguiente figura podemos observar la región de aceptación y rechazo para la prueba de la hipótesis del indicador “**cumplimiento del plan de mantenimiento**”

programado”.

3.4.1.2. Cumplimiento de órdenes de trabajo:

Este indicador nos permitirá saber cuántas órdenes de trabajo se cumplen trimestralmente.

3.4.1.2.1. Cálculo del indicador

Para el cálculo de este indicador, se considera el número de órdenes de trabajo ejecutado y las ordenes de trabajo

3.4.1.2.2. Formato de recolección de datos

Los datos son el número de las ordenes de trabajo ejecutado con plan de mantenimiento programado con AMEF (OTE) y el número de órdenes de trabajo generados (OTG).

3.4.1.2.3. Fórmula Matemática

$$COT = \frac{OTE}{OTG} \%$$

Donde:

COT: Cumplimiento de las ordenes de trabajo.

OTE: Ordenes de trabajo ejecutado.

OTG: Ordenes de trabajo generados.

3.4.1.2.4. Meta

La meta de este indicador es obtener resultados que nos lleven al 100% de cumplimiento de las ordenes de trabajo generadas, así estaríamos cumpliendo con el propósito del sistema de gestión de mantenimiento.

3.4.1.2.5. Dirección

Maximizar

3.4.1.2.6. Cálculo del indicador mediante el proceso actual:

La Población está conformada por 5 personas que trabajan en la empresa
tabla (6)

A continuación se muestran los rangos para el nivel de aprobación que se utilizarán para analizar las encuestas tabla (7):

La siguiente tabla (39) resume los puntajes de los criterios de evaluación obtenidos para el presente indicador, mediante un análisis anterior a la implementación de la gestión de Mantenimiento.

A continuación se muestra la tabla de preguntas y puntajes

3.4.1.2.7. Cálculo del indicador luego de implementado el sistema

En la tabla (38) se muestran los resultados de la encuesta aplicada al personal para conocer la ponderación del presente indicador mediante un análisis posterior a las órdenes de trabajo. Es importante señalar que se aplicó la misma encuesta del paso anterior, sin embargo se obtuvieron resultados distintos debido a que se implementó el plan de mantenimiento programado e AMEF influyente en la opinión de los encuestados.

TABLA 38: PONDERACION DEL CUMPLIMIENTO DE ORDENES DE TRABAJO (POS-TEST)

TABULACIÓN DEL INDICADOR (POST - TEST)								
Nº	Pregunta	Conformidad Plena	Conformidad Simple	Indecisión	Reprobación Simple	Reprobación Plena	Puntaje total	Puntaje promedio
		AP	AS	DI	DS	DP		
		5	4	3	2	1		
1	¿Existe órdenes de trabajo Gestión de manteamiento programado en base al análisis modo efecto-falla?	4	1	0	0	0	24	4.8
2	¿Cree usted que las órdenes de trabajo generadas se cumplen de manera satisfactoriamente?	4	1	0	0	0	24	4.8

3	¿Está satisfecho con las órdenes de trabajo generado en un trimestre?	4	1	0	0	0	24	4.8
4	¿Las órdenes de trabajo generadas, según el programa de mantenimiento son entre 50 y 60 durante el trimestre?	0	0	0	0	5	5	1
5	¿Las órdenes de trabajo generadas, según el programa de mantenimiento son entre 50 y 30 durante el trimestre?	5	0	0	0	0	25	5
6	¿Las órdenes de trabajo generadas, según el programa de mantenimiento son entre 30 y 10 durante el trimestre?	0	4	1	0	0	19	3.8
7	¿Las órdenes de trabajo generadas, según el programa de mantenimiento son mayores o igual a 10 en el trimestre?	0	0	0	0	5	5	1
8	¿Son registradas las órdenes de trabajo?	0	4	1	0	0	17	3.4
9	¿Cuentan con repuestos para realizar los mantenimientos?	1	2	2	0	0	19	3.8
10	¿Sabe usted que es una orden de trabajo?	0	3	2	0	0	18	3.6

Fuente: Propia

RESULTADOS DE LAS PRUEBAS PRE Y POST TEST

TABLA 39: CONTRASTACION PARA EL INDICADOR CUMPLIMIENTO DE ORDENES DE TRABAJO

Contrastación Pre -Test y Post -Test				
Pregunta	PRE TEST	POST TEST	Di	Di2
	COGa	COGd		
1	1	4.8	-3.8	14.44
2	1	4.8	-3.8	14.44
3	1	4.8	-3.8	14.44
4	1	1	0	0
5	1	5	-4	16
6	1	3.8	-2.8	7.84
7	5	1	4	16
8	1.2	3.4	-2.2	4.84
9	1	3.8	-2.8	7.84
10	1	3.6	-2.6	6.76
Total	14.2	36	-21.8	102.6

Fuente: Propia

- Cálculo de promedios del cumplimiento de órdenes generadas plan de mantenimiento programado actual y propuesto

- Con el Sistema Actual:

$$COGa = \frac{\sum_{i=1}^n COGi}{n} = \frac{\sum_{i=1}^7 COGi}{10} = \frac{14.2}{10} = 1.42$$

- Con el Sistema Propuesto:

$$COGd = \frac{\sum_{i=1}^n COGi}{n} = \frac{\sum_{i=1}^7 COGi}{10} = \frac{36}{10} = 3.6$$

3.4.1.2.8 Experimento de la suposición

a) Definición de variables

COGa: Cumplimiento para ordenes generadas antes de efectuar AMEF.

COGd: Cumplimiento para ordenes generadas después de implementar AMEF

b) Hipótesis estadísticas

Hipótesis H_0 : El cumplimiento del procedimiento de mantenimiento programado basado en AMEF antes de implementar es mayor o igual al cumplimiento de procedimiento de mantenimiento programado Basado en AMEF después de implementar.

$$H_0: COGa - COGd \geq 0$$

Hipótesis H_a : El cumplimiento del plan de mantenimiento programado basado en

AMEF antes de implementar es menor o igual al cumplimiento de plan de mantenimiento programado Basado en AMEF después de implementar.

$$H_a: COGa - COGd < 0$$

c) Nivel de significancia

El nivel de significancia (α) escogido para la prueba de la hipótesis es del 5%. Siendo $\alpha = 0.05$ (nivel de significancia) y $n - 1 = 7 - 1 = 6$ grados de libertad, se tiene el valor crítico de T de Student (Ver tabla T Student en el Anexo 3):

$$\text{Valor Crítico: } t_{(1-\alpha)(n-1)} = t_{(1-0.05)(10-1)} = \pm 1.833$$

Como $\alpha = 0.05$ y $n - 1 = 7 - 1 = 6$ grados de libertad, la región de rechazo consiste en aquellos valores de t menores que $-t_{0.05} = \pm 1.833$

d) Resultados de la hipótesis estadística

Diferencia promedio:

$$D = \frac{\sum_{i=1}^n Di}{n} = \frac{\sum_{i=1}^7 Di}{10} = \frac{-21.8}{10} = -2.18$$

Desviación estándar:

$$Sd^2 = \frac{n \sum_{i=1}^n Di^2 - (\sum_{i=1}^n Di)^2}{n(n-1)} = \frac{(10)(102.6) - (-21.8)^2}{10(10-1)} = 6.11$$

Cálculo de T:

$$t_c = \frac{D\sqrt{n}}{\sqrt{S_d}} = \frac{(-2.18)(\sqrt{10})}{\sqrt{6.11}} = -2.78$$

Conclusión:

Puesto que: $t_c = -2.78$ (t calculado) $< t_{\alpha} = -1.833$ (tabular), estando este valor dentro de la región de rechazo, se concluye que $NSPA - NSPP < 0$, se rechaza H_0 y H_a es aceptada, por lo tanto se prueba la validez de la hipótesis con un nivel de error

de 5% ($\alpha=0.05$).

3.4.1.3. Indicador Cumplimiento de AMEF:

Este indicador nos permitirá saber si se está aplicando la técnica AMEF

3.4.3.1.1. Cálculo del indicador

Para el cálculo de este indicador, se considera total de órdenes satisfactorias y total de órdenes ejecutadas.

3.4.3.1.2. Formato de recolección de datos

Los datos son el número de las ordenes de trabajo satisfactorios (OTS) y el número de órdenes de trabajo ejecutadas (OTE)

3.4.3.1.3 Fórmula Matemática

$$\text{CAMEF} = \frac{\text{OTE}}{\text{OTG}} \%$$

Donde:

CAMEF: Cumplimiento de aplicación de AMEF.

OTS: ordenes de trabajos satisfactorios.

OTE: ordenes de trabajos Ejecutados.

3.4.3.1.4. Meta

La meta de este indicador es obtener resultados que nos lleven al 100% de cumplimiento de las ordenes de trabajo generadas, así estaríamos cumpliendo con el propósito del sistema de gestión de mantenimiento.

3.4.3.1.5. Dirección

Maximizar

3.4.3.1.6. Cálculo del indicador mediante el proceso actual:

La Población está conformada por 5 personas que trabajan en la empresa tabla (6)

A continuación se muestran los rangos para el nivel de aprobación que se utilizarán para analizar las encuestas tabla (7):

En la tabla (39) se sintetiza los puntos de la evaluación de los criterios obtenidos para este indicador antes de usar la gestión .

3.4.3.1.7. Cálculo del indicador luego de implementado el sistema

En la tabla (40) se muestran los resultados de la encuesta aplicada al personal para conocer la ponderación del presente indicador mediante un análisis posterior a la aplicación de AMEF. Es importante señalar que se aplicó la misma encuesta del paso anterior, sin embargo se obtuvieron resultados distintos debido a que se implementó el plan de mantenimiento programado AMEF.

TABLA 40: PONDERACION DEL CUMPLIMIENTO DE APLICACION AMEF (POST- TEST)

TABULACIÓN DEL INDICADOR (POST - TEST)								
Nº	Pregunta	Conformidad Plena	Conformidad Simple	Indecisión	Reprobación Simple	Reprobación Plena	Puntaje total	Puntaje promedio
		AP	AS	DI	DS	DP		
		5	4	3	2	1		
1	¿Estaría de acuerdo con la técnica manteamiento programado en base al análisis modo efecto-falla?	3	2	0	0	0	23	4.6
2	¿Cree usted que es la única técnica en manteamiento programado en base al análisis modo efecto-falla?	3	2	0	0	0	23	4.6
3	¿Está satisfecho con la técnica manteamiento programado en base al análisis modo efecto-falla?	3	2	0	0	0	24	4.6
4	¿La aplicación de técnica manteamiento programado en base al análisis modo efecto falla con garantía entre 20 y 15 durante el trimestre?	0	0	4	1	0	14	2.8

5	¿La aplicación de técnica manteamiento programado en base al análisis modo efecto falla con garantía entre 15 y 10 durante el trimestre?	5	0	0	0	0	25	5
6	¿La aplicación de técnica manteamiento programado en base al análisis modo efecto-falla con garantía entre 10 y 5 durante el trimestre?	0	0	0	0	5	5	1
7	¿La aplicación de técnica manteamiento programado en base al análisis modo efecto-falla con garantía menores o igual a 5 en el trimestre?	0	0	0	0	5	5	1
8	¿Conoce cuáles son las fallas en los equipo?	4	1	0	0	0	24	4.8
9	¿Sabe de qué trata la técnica AMEF?	3	2	0	0	0	23	4.6
10	¿Es buena la técnica para estos equipos?	2	2	1	0	0	21	4.2

Fuente: Propia

Resultados de las pruebas pre y post test:

TABLA 41: CONTRASTACION PRE Y POST-TEST PARA EL INDICADOR DE CUMPLIMIENTO AMEF

Contrastación Pre -Test y Post -Test				
Pregunta	PRE-TEST	POST-TEST	Di	Di2
	CAMEFa	CAMEFd		
1	1.2	4.6	-3.4	11.56
2	1.2	4.6	-3.4	11.56
3	1.2	4.6	-3.4	11.56
4	1	2.8	-1.8	3.24
5	1	5	-4	16
6	2.2	1	1.2	1.44
7	5	1	4	16
8	1.2	4.8	-3.6	12.96
9	1.2	4.6	-3.4	11.56
10	1.4	4.2	-2.8	7.84
Total	16.6	37.2	-20.6	103.72

Fuente: Propia

- Cálculo de promedios del cumplimiento de órdenes generadas plan de mantenimiento programado existente y planteado

- Con el Sistema existente:

$$CAMEFa = \frac{\sum_{i=1}^n CAMEFi}{n} = \frac{\sum_{i=1}^7 CAMEFi}{10} = \frac{16.6}{10} = 1.66$$

- Con el Sistema planteado:

$$CAMEFd = \frac{\sum_{i=1}^n CAMEFi}{n} = \frac{\sum_{i=1}^7 CAMEFi}{10} = \frac{37.2}{10} = 3.72$$

3.4.3.1.8 Prueba de la hipótesis

a. Definición de variables

CAMEFa: Cumplimiento de AMEF.

CAMEFd: cumplimiento de AMEF.

b. Hipótesis estadísticas

Hipótesis H_0 : El cumplimiento del plan de mantenimiento programado basado en AMEF antes de implementar es mayor o igual que después de la implementación.

$$H_0: CAMEFa - CAMEFd \geq 0$$

Hipótesis H_a : El cumplimiento del plan de mantenimiento programado basado en AMEF antes de implementar es menor o igual que después de la implementación.

$$H_a: CAMEFa - CAMEFd < 0$$

c. Nivel de significancia

El nivel de significancia (α) escogido para la prueba de la hipótesis

es del 5%. Siendo $\alpha = 0.05$ (nivel de significancia) y $n - 1 = 10 - 1 = 9$ grados de libertad, se tiene el valor crítico de T de Student (Ver tabla T Student en el Anexo 3):

Valor Crítico:

Como $\alpha = 0.05$ y $n - 1 = 7 - 1 = 6$ grados de libertad, la región de rechazo consiste en aquellos valores de t menores que $-t_{0.05} = \pm 1.833$

d. Resultados de la hipótesis estadística

Diferencia promedio:

$$D = \frac{\sum_{i=1}^n Di}{n} = \frac{\sum_{i=1}^7 Di}{10} = \frac{-20.6}{10} = -2.06$$

Desviación estándar:

$$S_d^2 = \frac{n \sum_{i=1}^n Di^2 - (\sum_{i=1}^n Di)^2}{n(n-1)} = \frac{(10)(103.72) - (-20.6)^2}{10(10-1)} = 6.80$$

Cálculo de T:

$$t_c = \frac{D\sqrt{n}}{\sqrt{S_d}} = \frac{(-2.06)(\sqrt{10})}{\sqrt{6.80}} = -2.49$$

Conclusión:

Puesto que: $t_c = -2.49$ (t calculado) $< t_{\alpha} - 1.833$ (tabular), estando este valor dentro de la región de rechazo, se concluye que $NSPA - NSPP < 0$, se rechaza H_0 y H_a es aceptada, por lo tanto se prueba la validez de la hipótesis con un nivel de error de 5% ($\alpha = 0.05$).

3.4.2 Disponibilidad:

Este indicador nos permitirá saber el progreso de la disponibilidad de los equipos.

3.4.2.1. Cálculo del indicador

Para el cálculo de este indicador, se considera total de órdenes satisfactorias y total de órdenes ejecutadas.

3.4.2.2. Formato de recolección de datos

Los datos son el número de las ordenes de trabajo satisfactorios (OTS) y el número de órdenes de trabajo ejecutadas (OTE)

3.4.2.3. Fórmula Matemática

$$D = \frac{OTS}{OTE} \%$$

Donde:

D: Disponibilidad

OTS: ordenes de trabajos satisfactorios.

OTE: ordenes de trabajos Ejecutados.

3.4.2.4. Meta

La meta de este indicador es obtener resultados que nos lleven al 100%, del progreso de la disponibilidad así estaríamos cumpliendo con mejorar la disponibilidad de los equipos.

3.4.2.5. Dirección

Maximizar

3.4.2.6 Cálculo del indicador mediante el proceso actual:

La Población está conformada por 5 personas que trabajan en la empresa tabla (27)

Se muestran los rangos para el nivel de aprobación que se utilizarán para analizar las encuestas tabla (28):

La tabla (42) se sintetiza los puntos de la evaluación de los criterios obtenidos para este indicador antes de usar la gestión.

3.4.2.7 Cálculo del indicador luego de implementado el sistema

En la tabla (42) se muestran los resultados de la encuesta aplicada al personal para conocer la ponderación del presente indicador disponibilidad mediante un análisis posterior a la gestión de mantenimiento. Es importante señalar que se aplicó la misma encuesta del paso anterior, sin embargo se obtuvieron resultados distintos debido a que se implementó gestión de mantenimiento.

TABLA 42: PONDERACION DISPONIBILIDAD (POST- TEST)

TABULACIÓN DEL INDICADOR (POST - TEST)								
Nº	Pregunta	Conformidad Plena	Conformidad Simple	Indecisión	Reprobación Simple	Reprobación Plena	Puntaje total	Puntaje promedio
		AP	AS	DI	DS	DP		
		5	4	3	2	1		
1	¿Conoce el porcentaje de disponibilidad de los equipos?	2	2	1	0	0	21	4.2
2	¿Cree usted que con la gestión de mantenimiento mejorara la disponibilidad?	2	3	0	0	0	22	4.4
3	¿La carencia de gestión de mantenimiento influye en la disponibilidad?	4	1	0	0	0	24	4.8
4	¿La disponibilidad con la gestión de mantenimiento se encuentra entre 80%-100%?	1	4	0	0	0	17	3.4
5	¿La disponibilidad con la gestión de mantenimiento se encuentra entre 60%-80%?	5	0	0	0	0	25	5

6	¿La disponibilidad con la gestión de mantenimiento se encuentra entre 40%-60%?	4	1	0	0	0	24	4.8
7	¿La disponibilidad con la gestión de mantenimiento se encuentra entre 20%-40%?	0	0	1	4	0	11	2.2
8	¿La disponibilidad con la gestión de mantenimiento se encuentra entre 20%-0%?	0	1	4	0	0	16	3.2
9	¿Sabe que equipos tienen baja disponibilidad?	2	2	1	0	0	21	4.2
10	¿Solamente las fallas hacen que baje la disponibilidad?	2	3	0	0	0	22	4.4

Fuente: Propia

En la siguiente tabla (43) podemos apreciar la contratación de resultados en las pruebas Pre y Post Test:

TABLA 43: CONTRASTACION PRE Y POST-TEST PARA EL INDICADOR DISPONIBILIDAD

Contrastación Pre -Test y Post -Test				
Pregunta	PRE-TEST	POST-TEST	Di	Di2
	Dispoa	Dispod		
1	1	4.2	-3.2	10.24
2	1.2	4.4	-3.2	10.24
3	1.4	4.8	-3.4	11.56
4	1	3.4	-2.4	5.76
5	1	5	-4	16
6	5	4.8	0.2	0.04
7	1	2.2	-1.2	1.44
8	1	3.2	-2.2	4.84
9	1.2	4.2	-3	9
10	1	4.4	-3.4	11.56
Total	14.8	40.6	-25.8	80.68

Fuente: Propia

- Cálculo de promedios del cumplimiento de órdenes generadas plan de mantenimiento programado existente y planteado.

- Con el Sistema Existente:

$$CAMEFa = \frac{\sum_{i=1}^n CAMEFi}{n} = \frac{\sum_{i=1}^7 CAMEFi}{10} = \frac{14.8}{10} = 1.48$$

- Con el Sistema Planteado:

$$CAMEFd = \frac{\sum_{i=1}^n CAMEFi}{n} = \frac{\sum_{i=1}^7 CAMEFi}{10} = \frac{40.6}{10} = 4.06$$

3.4.2.8 Prueba de la hipótesis

- e. Definición de variable

DISPOa: Disponibilidad antes.

DISPOd: Disponibilidad después.

- f. Hipótesis estadísticas

Hipótesis H_0 : La disponibilidad de la gestión de mantenimiento programado basado en AMEF antes de implementar es mayor o igual disponibilidad después de la propuesta

$$H_0: DISPOa - DISPOd \geq 0$$

Hipótesis H_a : La disponibilidad de la gestión de mantenimiento programado basado en AMEF antes de implementar es menor o igual disponibilidad de la gestión de mantenimiento programado Basado en AMEF después de implementar.

$$H_a: DISPOa - DISPOd < 0$$

- g. Nivel de significancia

El nivel de significancia (α) escogido para la prueba de la hipótesis

es del 5%. Siendo $\alpha = 0.05$ (nivel de significancia) y $n - 1 = 10 - 1 = 9$ grados de libertad, se tiene el valor crítico de T de Student (Ver tabla 49) T Student en el Anexo 3):

Valor Crítico:

Como $\alpha = 0.05$ y $n - 1 = 7 - 1 = 6$ grados de libertad, la región de rechazo consiste en aquellos valores de t menores que $-t_{0.05} = \pm 1.833$

h. Resultados de la hipótesis estadística

Diferencia promedio:

$$D = \frac{\sum_{i=1}^n Di}{n} = \frac{\sum_{i=1}^7 Di}{10} = \frac{-25.8}{10} = -2.58$$

Desviación estándar:

$$Sd^2 = \frac{n \sum_{i=1}^n Di^2 - (\sum_{i=1}^n Di)^2}{n(n-1)} = \frac{(10)(80.68) - (-25.8)^2}{10(10-1)} = 1.58$$

Cálculo de T:

$$t_c = \frac{D\sqrt{n}}{\sqrt{S_d}} = \frac{(-2.58)(\sqrt{10})}{\sqrt{1.58}} = -6.49$$

Conclusión:

Puesto que: $t_c = -6.49$ (t calculado) $< t_{\alpha} - 1.833$ (tabular), estando este valor dentro de la región de rechazo, se concluye que $NSPA - NSPP < 0$, se rechaza H_0 y H_a es aceptada, por lo tanto se prueba la validez de la hipótesis con un nivel de error de 5% ($\alpha = 0.05$).

TABLA 44: DISPONIBILIDAD CON LA GESTION DE MANTENIMIENTO

Disponibilidad aproximada en un trimestre						
Equipo	Tiempo programado	Tiempo para reparar	N° de Intervenciones	MTTR	MTBF	Disponibilidad
Compactadoras	1920	320	75	4.27	21.33	80.00%
Cortadoras	1920	280	68	4.12	24.12	82.93%
Generadores	1440	236	58	4.07	20.76	80.40%
Motobomba	900	120	30	4.00	26.00	84.62%
Compresora	500	79	26	3.04	16.19	81.24%
Vibradora	200	25	4	6.25	43.75	85.71%

Fuente: Propia

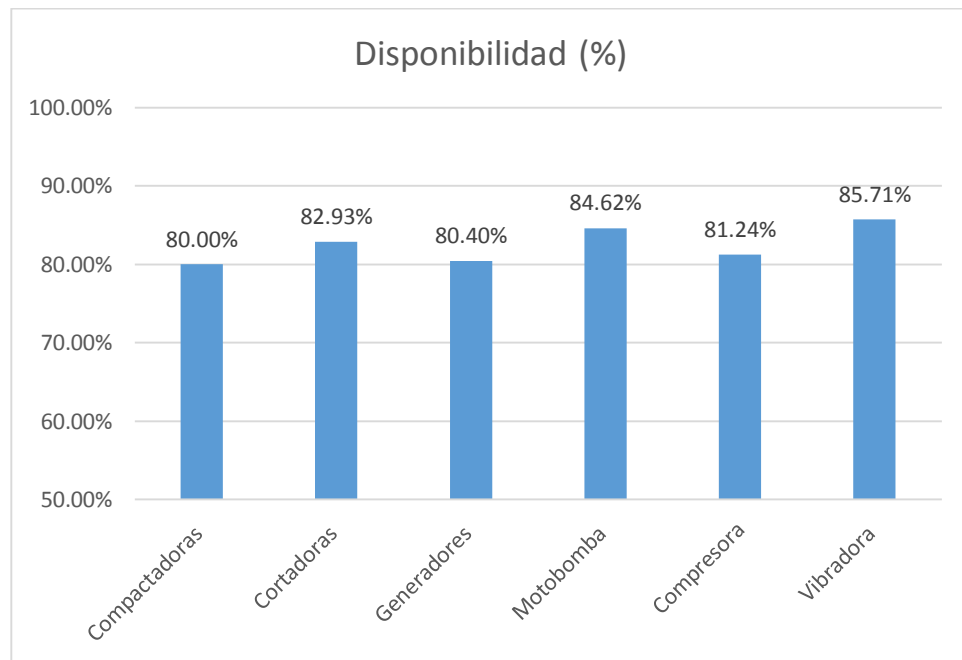


FIGURA 16: DISPONIBILIDAD APROXIMADA

CAPITULO IV: DISCUSIÓN

IV. DISCUSIÓN

4.1 En el estudio de Vásquez Ccasani(2016) titulada Sistema de gestión de mantenimiento basado en el riesgo para aumentar la confiabilidad de la maquinaria pesada de la Empresa Representaciones y Servicios Técnicos América S.R.L. Trujillo. Determino que las actividades de gestión de mantenimiento mejoro la confiabilidad de 87.05% por lo que se estaría cumpliendo su plan de mantenimiento propuesto, en comparación con la presente tesis se obtiene.

TABLA 45: CUMPLIMIENTO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO

CPMPa		CPMPd		CPMP Mejorado	
Puntaje (1 a 5)	Porcentaje (%)	Puntaje (1 a 5)	Porcentaje (%)	Δ Puntaje (1 a 5)	Δ Porcentaje (%)
1.4	28%	3.34	68.8%	2.04	40.8%

Fuente: Propia

En la tabla (45) el Indicador de cumplimiento de mantenimientos programados actual es de 1 y el cumplimiento de mantenimientos programados Planteado es de 3.34, sobre una grado estimado de 1 a 5 puntos, obteniendo un impacto de crecimiento de 40.8%.

4.2 Las órdenes de trabajo dentro de los planes de mantenimiento forman parte del proceso, sirven como control de servicios que se realizan por consiguiente se tiene que cumplir con un objetivo de mejorar en la gestión, en la presente tesis se obtuvo como indicador:

Tabla 46: cumplimiento de las órdenes de trabajo generadas

COGa		COGd		COG Mejorado	
Puntaje (1 a 5)	Porcentaje (%)	Puntaje (1 a 5)	Porcentaje (%)	Δ Puntaje (1 a 5)	Δ Porcentaje (%)
1.42	28.4%	3.6	72%	2.18	43.6%

Fuente: Propia

En la tabla (46) que el Indicador de cumplimiento órdenes generadas actual es de 1.42 y el cumplimiento de órdenes generadas Propuesto es de 3.6, sobre un grado estimado de 1 a 5 puntos, obteniendo un impacto de crecimiento de 38%.

4.3 En el estudio de Villegas Arenas (2016) titulada “Propuesta de mejora en la gestión del área de mantenimiento, para la optimización del desempeño de la Empresa MANFER S.R.L. Contratistas Generales.” No uso ninguna técnica para para generar plan de mantenimiento y determinar equipos críticos se centró en el análisis de costos y actividades de forma correctiva, en la presente tesis usa una técnica para generar sus acciones preventivas.

TABLA 47: CUMPLIMIENTO DE AMEF

CAMEFa		CAMEFd		CAMEF Mejorado	
Puntaje (1 a 5)	Porcentaje (%)	Puntaje (1 a 5)	Porcentaje (%)	Δ Puntaje (1 a 5)	Δ Porcentaje (%)
1.66	33.2%	3.72	74.4%	2.06	41.2%

Fuente: Propia

En la tabla (47) el Indicador de cumplimiento de AMEF actual es de 1.66 y el cumplimiento de AMEF mejorado es 3.72, sobre una grado estimado de 1 a 5 puntos, obteniendo un impacto de crecimiento de 41.2%.

4.4 Garcia esteban (2017) con su propuesta en “Gestión de mantenimiento para la operatividad de la maquinaria de movimiento de tierras ICCGSA en la vía Huancayo-Ayacucho” logro mejorar la disponibilidad en un 92%.

Para la evaluación de las condiciones actuales de los equipos electromecánicos de la empresa Construredes S.A.C. se usaron datos de los reportes técnicos de mantenimiento en el periodo 2017. Además se estimaron las horas de trabajo actual por el consumo de combustible, los equipos no cuentan con un dispositivo y unidad de medición que faciliten el análisis de cálculos, en la presente tesis se tiene.

Tabla 48: indicador disponibilidad

DISPOa		DISPOd		DISPO Mejorado	
Puntaje (1 a 5)	Porcentaje (%)	Puntaje (1 a 5)	Porcentaje (%)	Δ Puntaje (1 a 5)	Δ Porcentaje (%)
1.48	29.6%	4.06	81.2%	2.58	51.6%

Fuente: Propia

En la tabla (48) Indicador de disponibilidad actual es de 1.48 y la disponibilidad con la gestión de mantenimiento 4.06, sobre un grado estimado de 1 a 5 puntos, obteniendo un impacto de crecimiento de 51.6%.

CAPITULO V: CONCLUSIÓN

V. CONCLUSIÓN

1. La disponibilidad actual de los equipos electromecánicos se encuentran como sigue. Compactadoras es de 59.85%, cortadoras 64.79%, generadores 67.89%, motobomba 69.57%, compresora 75.00% y vibradora 70.97%.
2. El nivel de criticidad de los equipos están como sigue; las compactadoras se encuentran en el nivel crítico con 96, las cortadoras también en nivel crítico con 80; los generadores con nivel medio crítico con 48; las compresoras también con un nivel medio critico de 54; las motobombas en un nivel no críticos con 32 y la vibradora en nivel no critico de 32.
3. Se propone el diseño de gestión de mantenimiento con inventario general de los equipos, identificando las necesidades del mantenimiento, implementando formatos, actividades de mantenimiento programado, historial de cada equipo, check list, ordenes de trabajo y control de actividades.
4. El cumplimiento de los mantenimientos programados en relación a la gestión de mantenimiento programado con análisis de modo y efecto falla se incrementó significativamente en 40.8%.
5. El cumplimiento de las órdenes generadas en relación a la gestión de mantenimiento programado con análisis de modo y efecto de falla se incrementó significativamente en 43.6%.
6. El cumplimiento del AMEF relacionado con Gestión de mantenimiento programado con análisis modo y efecto falla se incrementó significativa mente en 41.2%.
7. La disponibilidad en relación a la gestión de mantenimiento programado con análisis de modo y efecto de falla se incrementó significativamente en 51.6%.

CAPITULO VI: RECOMENDACIONES

VI. RECOMENDACIONES

1. Actualizar el registro de los equipos en cada proyecto, para realizar mejoras de la programación de mantenimientos.
2. Para el análisis del AMEF (análisis modo efecto falla) se recomienda realizar con todos los intervinientes en la gestión de mantenimiento de la empresa.
3. Aplicar con puntualidad la programación del plan de mantenimiento para evitar desfases de los tiempos de programado.
4. La Gerencia y departamento de mantenimiento tienen trabajar de la mano para que la gestión de mantenimiento se aplica de manera eficiente.
5. Realizar acciones proactivas para el seguimiento y medición del desempeño de la gestión de mantenimiento basado en análisis de modo y efecto de falla, que permitirá mejorar la actividades de mantenimiento.
6. Programar capacitaciones con los proveedores para los operadores de equipos, que el estado de los equipos depende mucho de la forma como lo operen.
7. Finalmente se recomienda usar la técnica de Análisis Modo y Efecto Falla para este tipo de equipos que ayuda generar actividades preventivas.

CAPITULO VII: REFERENCIAS

VII. REFERENCIAS

- Arlerco, P. (15 de 08 de 2012). Motores de Gasolina. Recuperado el 16 de 11 de 2017, de [motores-de-gasolina-caracteristicas-y-tipos/](#)
- Ballester Bauset, S., Olmeda Gonzalez, P. C., Macián Martinez, V., & Tormos Martinez, B. (2002). Flotas en transporte y mantenimiento.
- Becerra Guzman, M. R., & Bohórquez Farfán, Y. P. (2014). “Diseño de implementación de un programa de mantenimiento preventivo para la maquinaria de la empresa Mejía Villegas constructores S.A”. Colombia: Universidad de Cartagena.
- Benedetti Silberman , I. M. (2006). Elaboración de un plan de mantenimiento preventivo basado en la confiabilidad. Venezuela: Universidad Simón Bolívar.
- Carbajal Tacanga, P. O. (2016). Implementacion de un plan de mantenimiento preventivo para la flota vehicular de la empresa de transportes el Dorado SAC. Trujillo: Universidad Nacional de Trujillo.
- Chau Lam, J. E. (2010). Gestión del mantenimiento de equipos en proyectos de movimiento de tierras. LIMA: Universidad Nacional de Ingenieria .
- Cornejo Rojas, M. (11 de 03 de 2016). Maquinaria de Compactación.
- EcuRed. (2017). Motor diésel.
- Empresarial, A. S. (s.f.). Introduccion a la Norma ISO 14224.
- Fausto Galoto. (2014). Mantenimiento . Universidad Tecnica del Norte .
- Garcia Esteban , E. E. (2017). gestion de mantenimiento para la operatividad dela maquinaria de movimiento de tierras ICCGSAen la via Huancayo-Ayacucho. Huancayo.
- Generator, A. (s.f.). absolutegenerators.
- Kleine, B. (2009). Mantenimiento para aumentar la productividad. Nueva Zelanda. manufacturing, l. (s.f.). [leanmanufacturing10.com/amef-analisis-del-modo-efecto-fallas](#).
- Meganeboy, D. (2014). Refrigeración del motor. Recuperado el 16 de 11 de 2017
- Muños Martinez, J. (2015). Sistema de Lubricación. Recuperado el 16 de 11 de 2017, de [diccionario.motorgiga.com/diccionario/salpicadura-lubricacion-por-definicion-significado/gmx-niv15-con195483.htm](#).
- NGK. (2017). Bujia y principios basicos para encendido . Recuperado el 16 de 11 de 2017.
- Quinde Rangel, R. L. (2010). Definitiva-Ronald-Quinde.
- Ruiz Acevedo, A. (2012). Modelo para la implementación de mantenimiento predictivo en las facilidades en producción de petróleo. Santander.
- Soler Preciado, F. (2012). Mantenimineto correctivo,preventivo y predictivo.
- Storm Halll, J. (21 de 07 de 2008). Sistema de embrague de fricción. Recuperado el 16 de 11 de

2017

Terms, M. (s.f.). Obtenido de <https://www.manufacturingterms.com/>

Vasquez Ccasani, A. (2016). Sistema de Mantenimiento basado en el riesgo. Trujillo - Perú.

Vásquez Ccasani, J. J. (2016). "Sistema de gestión de mantenimiento basado en el riesgo para aumentar la confiabilidad de la maquinaria pesada de la Empresa Representaciones y. Trujillo.

Vasquez Ramos, J. (15 de 08 de 2013). Carburador. Recuperado el 16 de 11 de 2017, de diccionario.motorgiga.com/diccionario/carburador-definicion-significado/gmx-niv15-con193412.htm

Villegas Arenas, J. C. (2016). Propuesta de mejora en la gestión del área de mantenimiento, para la optimización del desempeño de la empresa Manfer S.R.L. Contratistas Generales, Arequipa 2016.

Weber. (s.f.). Compactadora.

Word, M. (s.f.). mttr-mtbf-tasa-fallos-mantenibilidad-disponibilidad-maquina. Obtenido de [mttr-mtbf-tasa-fallos-mantenibilidad-disponibilidad-maquina](#)

Anexos

TABLA 49: CALENDARIO MANTENIMIENTO COMPACTADORA

Intervalo de mantenimiento	componente	Actividad de servicio
Posteriormente de las primeras 10 horas de trabajo	Motor	-Cambiar el lubricante de motor -Apretar las uniones atornilladas
Cada 50 horas de trabajo o bien semestralmente	Filtro principal de aire Motor	-Limpieza de filtro de aire principal inspeccionar el deterioro, de ser necesario sustituir. -Cambiar el aceite del motor. -Sustituir el filtro de combustible
Cada 150 horas de trabajo	Filtro de aire secundario	-Limpiar el filtro de aire secundario inspeccionar el deterioro, de ser necesario sustituir.
Cada 150 horas de trabajo, o bien anualmente	Sistema de apisonado	-Cambiar aceite

Fuente (Weber)

DATOS TÉCNICOS

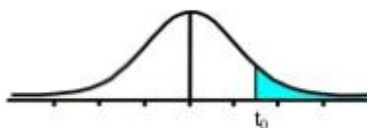
Marca	: WEBER
Modelo	: SRV660
Fabricado en	: Alemania
Ancho de zapata	: Opciones: 1)220 mm 2) 280 mm
Peso de servicio	: 75 Kg.
Velocidad de trabajo	: 670 golpes/min
Fuerza de impacto	: 16.4 KN/golpe

Motor

Modelo	: Subaru /EH12-2- F.JAPÓN
Potencia	: 4 Hp
Tiempos	: 4 - Gasolina 90 Oct.
Arranque	: Manual (Retráctil)
Revoluciones	: 3,600 rpm
Consumo de combustible	: 0.9 lt. /h

TABLA 50: T-STUDENT

Tabla t-Student



Grados de libertad	0.25	0.1	0.05	0.025	0.01	0.005
1	1.0000	3.0777	6.3137	12.7062	31.8210	63.6559
2	0.8165	1.8856	2.9200	4.3027	6.9645	9.9250
3	0.7649	1.6377	2.3534	3.1824	4.5407	5.8408
4	0.7407	1.5332	2.1318	2.7765	3.7469	4.6041
5	0.7267	1.4759	2.0150	2.5706	3.3649	4.0321
6	0.7176	1.4398	1.9432	2.4469	3.1427	3.7074
7	0.7111	1.4149	1.8946	2.3646	2.9979	3.4995
8	0.7064	1.3968	1.8595	2.3060	2.8965	3.3554
9	0.7027	1.3830	1.8331	2.2622	2.8214	3.2498
10	0.6998	1.3722	1.8125	2.2281	2.7638	3.1693
11	0.6974	1.3634	1.7959	2.2010	2.7181	3.1058
12	0.6955	1.3562	1.7823	2.1788	2.6810	3.0545
13	0.6938	1.3502	1.7709	2.1604	2.6503	3.0123
14	0.6924	1.3450	1.7613	2.1448	2.6245	2.9768
15	0.6912	1.3406	1.7531	2.1315	2.6025	2.9467
16	0.6901	1.3368	1.7459	2.1199	2.5835	2.9208
17	0.6892	1.3334	1.7396	2.1098	2.5669	2.8982
18	0.6884	1.3304	1.7341	2.1009	2.5524	2.8784
19	0.6876	1.3277	1.7291	2.0930	2.5395	2.8609
20	0.6870	1.3253	1.7247	2.0860	2.5280	2.8453
21	0.6864	1.3232	1.7207	2.0796	2.5176	2.8314
22	0.6858	1.3212	1.7171	2.0739	2.5083	2.8188
23	0.6853	1.3195	1.7139	2.0687	2.4999	2.8073
24	0.6848	1.3178	1.7109	2.0639	2.4922	2.7970
25	0.6844	1.3163	1.7081	2.0595	2.4851	2.7874
26	0.6840	1.3150	1.7056	2.0555	2.4786	2.7787
27	0.6837	1.3137	1.7033	2.0518	2.4727	2.7707
28	0.6834	1.3125	1.7011	2.0484	2.4671	2.7633
29	0.6830	1.3114	1.6991	2.0452	2.4620	2.7564
30	0.6828	1.3104	1.6973	2.0423	2.4573	2.7500
31	0.6825	1.3095	1.6955	2.0395	2.4528	2.7440
32	0.6822	1.3086	1.6939	2.0369	2.4487	2.7385
33	0.6820	1.3077	1.6924	2.0345	2.4448	2.7333
34	0.6818	1.3070	1.6909	2.0322	2.4411	2.7284
35	0.6816	1.3062	1.6896	2.0301	2.4377	2.7238
36	0.6814	1.3055	1.6883	2.0281	2.4345	2.7195
37	0.6812	1.3049	1.6871	2.0262	2.4314	2.7154
38	0.6810	1.3042	1.6860	2.0244	2.4286	2.7116
39	0.6808	1.3036	1.6849	2.0227	2.4258	2.7079
40	0.6807	1.3031	1.6839	2.0211	2.4233	2.7045
41	0.6805	1.3025	1.6829	2.0195	2.4208	2.7012
42	0.6804	1.3020	1.6820	2.0181	2.4185	2.6981
43	0.6802	1.3016	1.6811	2.0167	2.4163	2.6951
44	0.6801	1.3011	1.6802	2.0154	2.4141	2.6923
45	0.6800	1.3007	1.6794	2.0141	2.4121	2.6896
46	0.6799	1.3002	1.6787	2.0129	2.4102	2.6870
47	0.6797	1.2998	1.6779	2.0117	2.4083	2.6846
48	0.6796	1.2994	1.6772	2.0106	2.4066	2.6822
49	0.6795	1.2991	1.6766	2.0096	2.4049	2.6800

TABLA 51: MATRIZ DE CONSISTENCIA

Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variables	Metodología
Problema general	Objetivo general	Hipótesis general	V. Independiente	<p>1. Tipo de investigación: Es investigación del tipo aplicada, pues hace uso de técnicas y procedimientos de la ingeniería mecánica eléctrica para analizar y plantear soluciones a un problema, como es las limitaciones en la disponibilidad de equipos.</p> <p>2. Nivel de investigación:</p> <p>Por la trascendencia de la investigación es descriptiva porque caracteriza un sistema de gestión de mantenimiento.</p> <p>3. Método:</p> <p>Se empleará el método deductivo porque se particularizará el estudio a unos equipos determinados, utilizando modelos generales de gestión de mantenimiento.</p> <p>4. Diseño de la investigación:</p> <p>El diseño de investigación es no experimental porque no se manipulará las variables; transversal porque el estudio se realizará por única vez en un determinado momento.</p>
¿Cómo mejorar la disponibilidad de los equipos electromecánicos de la empresa Construredes S.A.C.?	Diseñar un sistema de gestión de mantenimiento, para mejorar la disponibilidad de los equipos electromecánicos de la empresa Construredes S.A.C..	La implementación de un sistema de gestión de mantenimiento, permite mejorar la disponibilidad de los equipos electromecánicos de la empresa Construredes S.A.C..	Sistema de gestión de mantenimiento.	
	2. objetivos específicos		V. Dependiente	
			Disponibilidad.	

				<p>5. Marco muestral: Empresa Construredes S.A.C</p> <p>6. Población: Equipos electromecánicos de la empresa Construredes S.A.C.</p> <p>7. Muestra: Equipos electromecánicos de la empresa Construredes S.A.C.</p> <p>8. Técnicas:</p> <p>Observación directa, encuesta y análisis documental</p> <p>9. Instrumentos:</p> <p>Captar mediante la vista, cuestionario y registro de información.</p> <p>10. Indicadores: % Cumplimiento de mantenimientos programados, % cumplimiento de órdenes de trabajo y % de cumplimiento del AMEF y disponibilidad.</p>
--	--	--	--	--

Yo Andrés Rimberty Cáceres Quispe, identificado con DNI N° 42331544, egresado de la Escuela académico Profesional de Ingeniería Mecánica Eléctrica de la Universidad César Vallejo, autorizo (x) , la divulgación y comunicación pública de mi trabajo de investigación titulado "Diseño de un Sistema de Gestión de Mantenimiento basado en el Análisis Modo Efecto Falla para mejorar la Disponibilidad de Equipos Electromecánicos de la Empresa Construredes S.A.C."; en el Repositorio Institucional de la UCV (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>), según lo estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derecho de Autor, Art. 23 y Art. 33



FIRMA

DNI: 42331544

FECHA:

04 de Febrero del 2019

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------

Yo, Dr. Jorge Eduardo Luján Lopez, docente de la Facultad Ingeniería y Escuela Académico Profesional de Ingeniería Mecánica Eléctrica de la Universidad César Vallejo de Trujillo, revisor (a) de la tesis titulada.

"Diseño de un Sistema de Gestión de Mantenimiento basado en el Análisis Modo Efecto Falla para mejorar la Disponibilidad de Equipos Electromecánicos de la Empresa Construedes S.A.C", del estudiante Andrés Rimberti Cáceres Quispe, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 20..% verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El/la suscrito (a) analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Trujillo 2018


.....
Dr. Jorge Eduardo Luján Lopez

DNI: 17897692

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------